



AROLDO FELIPE DE FREITAS

**CONTRIBUIÇÃO DE ÁRVORES NATIVAS
PARA PASTAGENS AGROECOLÓGICAS DE
FAMÍLIAS AGRICULTORAS**

**LAVRAS-MG
2017**

AROLDO FELIPE DE FREITAS

**CONTRIBUIÇÃO DE ÁRVORES NATIVAS PARA PASTAGENS
AGROECOLÓGICAS DE FAMÍLIAS AGRICULTORAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Nelson Venturin
Orientador

Profa. Dra. Irene Maria Cardoso
Coorientadora

Profa. Dra. Fatima Maria de Souza Moreira
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Freitas, Aroldo Felipe.

Contribuição de árvores nativas para pastagens
agroecológicas de famílias agricultoras / Aroldo Felipe de
Freitas. - 2017.

109 p. : il.

Orientador: Nelson Venturin.

Coorientadora: Irene Maria Cardoso.

Coorientadora: Fatima Maria Moreira de Souza.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Silvipastoril. 2. Agrofloresta. 3. *Dalbergia nigra*. 4.
Inga edulis. 5. *Machaerium nycitans*. 6. *Machaerium*
stipitatum. I. Venturin, Nelson . II. Cardoso, Irene Maria. III.
Moreira, Fatima Maria Souza. IV. Título.

AROLDO FELIPE DE FREITAS

**CONTRIBUIÇÃO DE ÁRVORES NATIVAS PARA PASTAGENS
AGROECOLÓGICAS DE FAMÍLIAS AGRICULTORAS**

**CONTRIBUTION OF NATIVE TREES FOR AGROECOLOGICAL
GRAZING OF SMALLHOLDERS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 27 de outubro de 2017.

Dra. Fatima Maria de Souza Moreira – UFLA

Dr. Lucas Amaral de Melo – UFLA

Dra. Paula Dias Bevilacqua – UFV

Dra. Sonia Senna Alfaia – INPA

Prof. Dr. Nelson Venturin
Orientador

Profa. Dra. Irene Maria Cardoso
Coorientadora

Profa. Dra. Fatima Maria de Souza Moreira
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2017**

AGRADECIMENTOS

Às famílias agricultoras de Araponga e Divino, ao Grupo Animais para a Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa e ao Grupo Puris da Universidade Federal de Lavras, agradeço pelo carinho e contribuição.

Aos estudantes da UFLA Gil Pedro, Rafael Moura, Luiza Siqueira, Izabela Guimarães e Joana Junqueira pelos conselhos, amizade e paciência, pela ajuda com as coletas em campo, análise laboratorial e análise estatística.

Aos professores da UFLA Nelson Venturin e Fatima Moreira pelo apoio e orientações.

À professora Maroca (Maria de Lourdes Oliveira) da UFLA pelas discussões sobre pesquisa qualitativa.

À professora Irene Maria Cardoso da Universidade Federal de Viçosa pelo apoio, orientação e confiança.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Departamentos de Ciência do Solo e de Engenharia Florestal, equipe do Laboratório de Microbiologia do Solo da UFLA, pelo apoio e orientações.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela estrutura física e financeira a mim disponibilizada.

RESUMO GERAL

O presente estudo teve como objetivo 1) identificar os critérios utilizados por famílias agricultoras da Zona da Mata Mineira para a escolha de árvores nativas no consórcio com pastagem de gado bovino e os benefícios que essas árvores propiciam ao agroecossistema pastagem; 2) analisar os efeitos de espécies arbóreas nativas sobre a qualidade de forragens sob sua copa; 3) analisar o efeito de espécies arbóreas nativas sobre a qualidade e microbiologia do solo de pastagem. O estudo foi realizado nos municípios de Araponga, Carrancas e Divino/MG. Os dados da pesquisa qualitativa foram registrados por meio de observação participante e entrevista semi-estruturada junto às famílias da Zona da Mata Mineira. A pesquisa quantitativa ocorreu com coleta de forragem e solo em diferentes distâncias sob e fora da projeção da copa das espécies arbóreas leguminosas nativas *Dalbergia nigra*, *Inga edulis*, *Machaerium nycitans* e *Machaerium stipitatum*. A qualidade da forragem nas diferentes distâncias das árvores foi mensurada pela sua quantidade, teor de umidade e de Nitrogênio. As amostras de solo foram avaliadas por meio do pH, teor de matéria orgânica, macro e micronutrientes, umidade, diversidade e densidade de esporos de fungos arbusculares. Foi também avaliada a presença de bactérias do gênero *Rizobium* e o efeito dessas sobre mudas de *Inga edulis* em experimento em casa de vegetação. As médias dos dados quantitativos foram comparadas estatisticamente pelo teste de Scott Knott. As famílias produtoras utilizam como critério de escolha de árvores para consórcio com pastagem, os benefícios que estas podem gerar para a propriedade como um todo. Essas famílias consideram que o consórcio das árvores com a pastagem pode gerar melhoria para a beleza da propriedade rural, conservação ambiental, disponibilidade de alimento, geração de renda e aspectos culturais. Não foi verificado prejuízo à forragem pelo consórcio com as quatro espécies arbóreas, *D. nigra*, *I. edulis*, *M. nycitans* e *M. stipitatum*, e ainda houve melhoria no teor de N da forragem sob a copa de *M. nycitans* e na umidade da forragem sob a copa de *M. stipitatum*. Também não houve indício de redução dos parâmetros avaliados de qualidade, densidade e diversidade de micorrizas arbusculares do solo sob pastagem no consórcio com as árvores, mas houve incremento na umidade do solo mais próximo de *M. nycitans* e *M. stipitatum*, e sobre o teor de Mg e soma de bases do solo sob a copa de *M. stipitatum*. Não foram verificadas alterações na nodulação e desenvolvimento de mudas de ingá cultivadas com solo de diferentes distâncias de árvores de ingá. Assim, recomenda-se o consórcio de árvores nativas com pastagem pelos benefícios verificados no presente estudo e pelos usos múltiplos das espécies.

Palavras-chave: Silvipastoril. Agrofloresta. *Dalbergia nigra*. *Inga edulis*. *Machaerium nycitans*. *Machaerium stipitatum*.

GENERAL ABSTRACT

The present study had as objective 1) to identify the criteria used by agricultural families in the Zona da Mata mineira in state of Minas Gerais, Brazil, for the selection of native trees for a consortium with cattle pasture and the benefits that these trees provide to the pasture agroecosystem; 2) to analyze the effects of native tree species on the quality of fodder under their canopy; 3) to analyze the effect of native tree species on the quality and microbiology of pasture soil. The study was carried out in the municipalities of Araçuaia, Carrancas and Divino/MG. Qualitative research data were recorded through participant observation and semi-structured interviews with the families of Zona da Mata mineira. The quantitative research was carried out with forage and soil sampling at different distances under and outside the canopy projection of the native leguminous species *Dalbergia nigra*, *Inga edulis*, *Machaerium nyctitans* and *Machaerium stipitatum*. The quality of the forage in the different distances of the trees was measured by their quantity, moisture content and Nitrogen. Soil samples were evaluated by pH, organic matter content, macro and micronutrients, moisture and diversity and spore density of arbuscular fungi. It was also evaluated the presence of symbiotic bacteria of the genus *Rizobium* and the effect of these on *Inga edulis* seedlings in a greenhouse experiment. The averages of the quantitative data were compared statistically by the Scott-nott test. The producer families use as criterion of choice of trees for pasture consortium and the benefits that they generate for the property as a whole. These families consider that the consortium of trees with pasture can generate improvement to the beauty of rural property, environmental conservation, food availability, income generation and cultural aspects. No forage loss was verified by the consortium with the four tree species, *D. nigra*, *I. edulis*, *M. nyctitans* and *M. stipitatum*, and there was also improvement in the Nitrogen content of the forage under the canopy of *M. nyctitans* and in the humidity of the forage under the canopy of *M. stipitatum*. There was also no evidence of worsening of the parameters evaluated for quality and density and diversity of arbuscular mycorrhizae in the pasture soil by the consortium with the trees, but there was an increase in soil moisture closer to *M. nyctitans* and *M. stipitatum* and on the Mg and sum of soil bases under the canopy of *M. stipitatum*. No changes were observed in nodulation and development of seedlings cultivated with soil of different distances of ingá. Thus, it is recommended the consortium of native trees with pasture for the benefits verified in the present study and the multiple uses of the species recorded in the bibliography.

Keywords: Silvipastoral. Agroforestry. *Dalbergia nigra*. *Inga edulis*. *Machaerium nyctitans*. *Machaerium stipitatum*.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Introdução Geral	01
1.2 Repensando o agroecossistema pastagem.....	07
1.3 Agroecologia na Zona da Mata Mineira.....	12
1.4 Animais para agroecologia.....	14
REFERENCIAS	17
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	24
ARTIGO 1: Árvores leguminosas nativas e o melhoramento de pastagens groecológicas.....	25
Introdução.....	28
Metodologia.....	32
Resultados.....	39
Conhecimento tradicional sobre uso de árvores nativas em pastagens.....	39
Qualidade da forragem.....	45
Características químicas do solo.....	46
Fungos micorrízicos arbusculares	48
Discussão.....	50
Conclusão.....	63
Referências.....	64
ARTIGO 2: Benefícios de árvores de ingá (<i>Inga edulis</i>) consorciadas com pastagem.....	71
Introdução.....	74
Metodologia.....	77
Resultados.....	84
Qualidade da forragem.....	84
Características químicas do solo.....	84
Microbiologia do solo.....	85
Densidade e Diversidade de esporos de FMAs no solo.....	85
Armadilha para bactérias nodulíferas.....	87
Discussão.....	88
Conclusão.....	96
Referências.....	97

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução Geral

A Zona da Mata de Minas Gerais faz parte do Bioma Mata Atlântica, que apresenta aproximadamente 12% da sua cobertura florestal original (RIBEIRO et al., 2009). Nessa região, as propriedades rurais são manejadas, em sua maioria, por famílias agricultoras que utilizam práticas tradicionais na pecuária extensiva, no cultivo de café, mandioca, milho, feijão e cana de açúcar (CARDOSO et al., 2001).

As pastagens na Zona da Mata Mineira são a principal utilização do solo. Essas áreas são frágeis, pois geralmente englobam áreas de preservação permanente em sua maioria nos topos de morro e terrenos com declividade alta, especialmente àquelas no terço superior do morro, associadas às de alta declividade (FRANCO, 2000).

As árvores possuem papel importante para evitar a degradação e para a recuperação de pastagens em solos depauperados (DIAS et al., 2005). Os consórcios de diferentes extratos de plantas como árvore, arbustos e ervas, onde pelo menos uma delas é de interesse comercial, são denominados sistemas agroflorestais (SAFs). Quando há a presença de animais, a modalidade de sistema agroflorestal é denominada sistema agrosilvipastoril. O consórcio entre árvores e pastagens, com sombreamento adequado e forragens tolerantes ao sombreamento, pode trazer vários benefícios (CARVALHO et al., 1994).

As raízes mais profundas das árvores exploram camadas não acessíveis pelas raízes das gramíneas e nutrientes que poderiam ser lixiviados. Esses nutrientes recrutados pelas árvores são liberados com a mineralização das partes vegetativas pela queda de galhos, folhas, flores e frutos e morte de raízes que contribuirão com a fertilidade das camadas superficiais do solo junto com as

fezes e urina dos animais (FERREIRA et al., 2011; DUARTE et al., 2013). Algumas árvores leguminosas também contribuem com a fertilidade da pastagem, com a sua capacidade de fixar N atmosférico por meio de associação com bactérias pela nodulação, produzindo forragem rica em proteína bruta, minerais e contribuindo para a fertilidade do solo (DIAS et al., 2005).

Estudos relatam que sob sombreamento é menor a quantidade de matéria seca da forragem, maior o teor de nutrientes e maior o tempo de permanência da forragem em estágio juvenil do que em plantas a pleno sol (CARVALHO et al., 1995; CASTRO et al., 1999; CASTRO et al., 2001; CARVALHO et al., 2002; SOUZA et al., 2007; PEZZONI et al., 2012). Em outro trabalho houve redução da produção total de matéria seca das gramíneas sob a copa de angico-vermelho, aumentou o teor de N e de K nas folhas verdes e aumentou o teor de P a pleno sol (CARVALHO et al., 1994). Já Freitas (2010), percebeu que a forragem possuía coloração verde mais escura embaixo da copa de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*), o que pode estar relacionado ao aumento do teor de clorofila e, portanto, de fotossíntese.

Quando as árvores estão espalhadas na pastagem os bovinos defecam sob as árvores distribuindo as fezes e urina mais homogêaneamente, evitando o acúmulo de esterco em somente uma área e favorecendo a ciclagem dos nutrientes nas pastagens em longo prazo. Em outros casos, pode haver competição entre as árvores e a pastagem por recursos, como ocorreu no consórcio com angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), onde em todas as amostras, o teor de umidade foi menor sob a copa das árvores do que fora da influência delas (CARVALHO et al., 1997). Os dados disponíveis na literatura apontam que os efeitos negativos ou positivos para as pastagens estão relacionados às espécies arbóreas utilizadas e ao manejo destas. Além disso, ainda são necessários outros estudos científicos com maiores aprofundamentos.

Apesar de seus inúmeros benefícios, a diminuição do número de árvores em pastagens tropicais tem ocorrido em todo o mundo. Isso pode reduzir significativamente a qualidade nutricional e diversidade biológica das pastagens e, por isto, ações que revertam este quadro devem ser implementadas (BELSKY, 1992; CARVALHO et al., 1994). Na Zona da Mata Mineira, a diminuição das árvores nas pastagens está inserida em um quadro mais geral de desflorestamento. Inicialmente, as florestas foram retiradas para dar lugar a áreas de produção de variedades de café a pleno sol e utilizando técnicas de manejo não adequadas para promover a ciclagem de nutrientes em solos tropicais. Em segundo ciclo do café, o pacote tecnológico da Revolução Verde, incentivado por políticas públicas, obrigou o cultivo do café em monocultivo, caso o mesmo quisesse acessar o crédito bancário. A substituição das matas para a produção do café, levou a degradação do solo e queda da produção de café. Com isso, e com a queda do preço do café no mercado internacional, houve incentivo do governo, na década de 60, para o corte dos cafezais depauperados o que foi sucedido por pastagens, a pleno sol em sua maioria.

Muitos agricultores reconhecem o valor das árvores, mas consideram difícil a introdução das mesmas nas pastagens ou, em muitos casos, não as deixam nas pastagens por medo da legislação que dificulta o corte de árvores nas pastagens, mesmo quando necessário. Com isso, os agricultores cortam as árvores mesmo antes de saber se precisam ou não de cortar. Pois será necessário a abertura de processo de Autorização para Intervenção Ambiental, conforme à legislação mineira, e aguardar o andamento do processo de supressão de árvores isoladas ou corte de vegetação nativa com destoca, conforme Resolução conjunta SEMAD/IEF nº 1905, de 12 de agosto de 2013. Outros agricultores, entretanto, consideram indesejável a manutenção de árvores na pastagem, dentre outros motivos, por medo de que as árvores possam prejudicar a pastagem; que haja redução da área útil da pastagem pelo sombreamento; e que possa haver

intoxicação dos animais por frutos ou folhas das árvores (ANDRADE et al., 2002).

Essas desvantagens sobre o uso de algumas árvores na pastagem podem tornar-se reais de acordo com o manejo da pastagem, mas não são regras e as pesquisas devem sistematizar e aprofundar o estudo de experiências de sucesso com árvores que trazem mais benefícios do que prejuízos nas pastagens. As possíveis desvantagens do uso de algumas árvores na pastagem em certas regiões não devem desestimular o uso de todas as espécies arbóreas, mas servir como critério no momento da escolha das árvores que atendam às expectativas dos agricultores e agricultoras na construção do ecossistema pastagem (ANDRADE et al., 2002), pois são eles os que mais conhecem sobre seus ambientes e as necessidades e adequação das árvores em suas propriedades (VIVAN, 1998), cabendo a eles a decisão final sobre o manejo de suas pastagens.

A sistematização das experiências bem-sucedidas com SAFs, com posterior disseminação de seus resultados, podem auxiliar na construção de novos conhecimentos e apontar opções de desenhos de sistemas agroflorestais onde a biodiversidade possa prover importantes serviços ecológicos (SOUZA et al., 2010). Precisa-se ainda de políticas públicas apropriadas ao uso de sistemas agroflorestais, dentre elas o incentivo a assistência técnica adequada, podem incentivar o uso de árvores nas pastagens (FONTES et al., 2013). A assistência técnica adequada deve utilizar metodologias participativas que incentivem a autonomia e a criatividade das famílias agricultoras e que reconheçam o conhecimento destas famílias.

Em seu cotidiano, as populações tradicionais experimentam técnicas, observam e interagem com seus ambientes. Com isso adquiriram conhecimentos que foram transmitidos pela oralidade através das muitas gerações que seguem ampliando e difundindo tais conhecimentos. Tais conhecimentos são essenciais

na construção de agroecossistemas viáveis social, ecológica e economicamente. Para que este conhecimento seja considerado no momento da pesquisa é importante diminuir a distância entre o conhecimento tradicional e o acadêmico. O reconhecimento dos conhecimentos tradicionais locais e a integração destes nos processos de pesquisa podem contribuir para manejos que favoreçam a vida no solo, que beneficia e é beneficiada pelas árvores nas pastagens (ALVES et al., 2010).

Dentre os organismos do solo, encontram-se os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) e as bactérias fixadoras de nitrogênio, ambos associados às raízes das plantas. Esses organismos são favorecidos no manejo agroecológico que não utilizam agrotóxico e favorece a biodiversidade. Essas bactérias e fungos podem diminuir suas associações com as plantas na presença de pesticidas (ABD-ALLA et al., 2000) e são favorecidos por teores adequados de matéria orgânica do solo (FRANCO; FARIA, 1997) e pelo consórcio de árvores, como nos sistemas agrosilvipastoris. Poucos estudos no Brasil, entretanto, aprofundaram sobre o efeito de micorrizas e bactérias simbióticas do solo associadas ao uso de árvores nativas sobre as pastagens (SILVA, 2013).

Os FMAs estabelecem relações simbióticas com várias árvores, aumentando a captação de água e nutrientes pela árvore e em troca a árvore favorece o fungo, disponibilizando açúcares (SOUZA et al., 2000). O manejo dos FMAs pode ser facilitado em SAFs, pois, quando esses são biodiversos, diminuem as perturbações pela instalação de um novo plantio ou mesmo pela rotação de culturas. O consórcio de diferentes espécies de plantas perenes possui maior diversidade e abundância de fungos micorrízicos do que monocultivos, servindo como fonte de inóculos de FMAs para os cultivos subsequentes ou plantas parceiras, reduzindo os problemas e custos de produção de inóculos em larga escala (CARDOSO; KUYPER, 2006).

Bonfim et al. (2010) estudaram o efeito do sombreamento do cafeeiro por árvores sobre a colonização por FMAs, em relação ao café a pleno sol, e observaram maior colonização radicular, o que pode refletir em maior disponibilidade de P e resistência ao déficit hídrico. Além disso, as plantas de café sombreadas possuíam maior teor de clorofila nas folhas, indicando boa condição nutricional e isso foi relacionado à maior contribuição nutricional dos FMAs.

Cardoso et al. (2003a) também verificaram na Zona da Mata Mineira maior quantidade de esporos de FMAs em café em sistema agroflorestal do que em monocultivo de café, também interpretando essa ocorrência como positiva à ciclagem de P no agroecossistema. Os esporos de FMAs nos SAFs estavam melhor distribuídos em diferentes profundidades do solo, mostrando que os SAFs podem melhorar a ciclagem de P no sistema, disponibilizando esse elemento de profundidades maiores para as plantas de café com o auxílio de micorrizas associadas às raízes das árvores. Considerando a literatura disponível, não foram identificados estudos sobre a colonização de gramíneas por micorrizas em ambiente sombreado por árvores.

O objetivo desta pesquisa foi analisar a contribuição de árvores nativas para a qualidade de pastagens de propriedades de famílias agricultoras. Especificamente, objetivou-se identificar os critérios para a seleção de árvores nativas a serem utilizadas em pastagem de gado por famílias agroecológicas da Zona da Mata Mineira; identificar os benefícios sociais, econômicos e ambientais atribuídos pelas famílias agricultores às árvores em pastagens; avaliar o efeito de quatro espécies arbóreas leguminosas nativas em pastagem de gado sobre a distribuição horizontal da massa seca, umidade e teor de N da forragem sob a sua copa; distribuição horizontal do teor de matéria orgânica e macro e micronutrientes do solo; e a distribuição horizontal de esporos de micorrizas arbusculares e bactérias *Rizobium*.

Esta pesquisa foi conduzida em parceria com famílias da Zona da Mata Mineira, que desde 1987, trabalham em parceria com o Centro de Tecnologias Alternativas (CTA-ZM), organizações dos trabalhadores rurais da Zona da Mata Mineira e a Universidade Federal de Viçosa (UFV) (CARDOSO et al., 2001). O Grupo Puris, recentemente formado na Universidade Federal de Lavras, também foi parceiro da pesquisa. O nome Puris é em homenagem à etnia dos povos originários (indígenas) da região da Zona da Mata Mineira, pois os (as) agricultores(as) agroecológicos(as) da região consideram que o grande cuidado que tem com a natureza se deve a ancestralidade Puri. O Grupo Puris é formado em especial por estudantes de graduação e professores dos Departamentos de Química; Administração e Economia; Ciências Florestais; e Ciência do Solo. O grupo objetiva estudar o conhecimento de famílias agricultoras de Divino e Araponga-MG sobre o uso de árvores nativas em pastagem e a contribuição dessas árvores para a qualidade da forragem e do solo.

O Grupo Puris não procura eleger desenhos e relações de espécies em SAFs para que isso seja reproduzido em outra região, mas sim entender cientificamente um pouco da contribuição das árvores utilizadas por famílias agroecológicas para os agroecossistemas. O conhecimento produzido pelo grupo poderá ser usado no ensino, pesquisa e extensão em outras regiões partindo dos benefícios produzidos pelas espécies estudadas nesse trabalho e estimular em outros locais o levantamento do conhecimento tradicional, experimentação e interpretação coletiva dos aprendizados. Os anseios das famílias rurais da Zona da Mata de Minas Gerais possivelmente serão diferentes dos de outra região e a biodiversidade local de outras regiões também deve ser valorizada (SOUZA et al., 2010; FONTES et al., 2013).

1.2 Repensando o agroecossistema pastagem

A maioria das pastagens em ambiente tropical é cultivada em solos de baixa fertilidade e uma estratégia adotada é a introdução de espécies forrageiras de alta produção e resistentes a solos de baixa fertilidade (SOUZA et al., 2000). Estas forrageiras são gramíneas cultivadas em sua maioria em monocultivo, principalmente do gênero *Urochloa*, que perfazem de 80 a 90% das pastagens (BODDEY et al., 2004). O monocultivo compromete a sustentabilidade da produção animal, pois pode causar o empobrecimento do solo e maior suscetibilidade à doenças e insetos (PRIMAVESI, 1986).

Apesar desses prejuízos da grande ocorrência de gramíneas nas pastagens, elas não constituem os únicos alimentos para o gado, já que pasto é tudo aquilo que serve para o gado pastar, nutrir, a desenvolver-se e reproduzir-se. As demais plantas nativas também devem ser consideradas pastagem porque servem de alimento e suprem as necessidades para o gado se manter saudável. Também são pastagens as folhas ou frutos das árvores e arbustos de algodão, babaçu, palma forrageira, leucena, algaroba, abacate e caju oferecido ao gado como suplemento alimentar (PRIMAVESI, 1984).

O uso de pastagens como base da alimentação do gado bovino representa estratégia relevante à sustentabilidade da propriedade da agricultura familiar pelo uso de produtos dos sistemas produtivos locais, pois aumenta sua autonomia e evita a entrada de alimentação produzida fora da propriedade rural, o que geraria custos e maiores gastos energéticos. Além disso, favorece o bem-estar animal por evitar o confinamento e ingestão de grãos, oferecendo alimentos adequados ao sistema digestivo de ruminantes (ROVER; ANCHAU, 2013).

Entretanto, no Brasil, predomina o manejo convencional das pastagens. Sob manejo convencional, a maioria das áreas sob pastagens encontra-se degradadas, mesmo as com pouco tempo de uso, principalmente por excesso de pastoreio e deficiência de nitrogênio. No manejo ecológico devem ser adotadas as estratégias de manejo das pastagens que não a degradem e proporcionem ao

gado nutrição, manutenção da produtividade da forragem e manutenção da fertilidade do solo (PRIMAVESI, 1984). A presença de maior quantidade de árvores na pastagem propicia, também, mais áreas de descanso para os animais ruminar, assim acontece menor degradação das gramíneas sob essas árvores pela distribuição do pisoteio dos animais e com isso pode haver maior reciclagem do esterco e urina ali liberados.

Além do sombreamento, as árvores na pastagem podem promover outros bens e serviços ambientais, como servir de alimento para os bovinos (ANDRADE et al., 2002); proteger os animais e as forragens de extremos de temperatura (SOUSA et al., 2007); favorecer a manutenção da diversidade animal e vegetal dos ecossistemas, servindo como corredores ecológicos (CARVALHO et al., 2001).

O consórcio de árvores multifuncionais pode diversificar a produção da pastagem e otimizar o uso dos extratos do solo e da luminosidade disponível (VIVAN, 1998). As árvores podem servir como pasto apícola para a família que cria abelha, disponibilizar madeira oriunda da poda de galhos para fazer cercas e lenha e produzir frutos para alimentação humana (ANDRADE et al., 2002; MEIER, 2008). Com o acesso das famílias a esses bens, diminui também a pressão sobre os remanescentes florestais em busca de madeira para construções e lenha (SOUZA et al., 2010).

Quando se inclui o componente animal os sistemas agroflorestais são denominados sistemas agrosilvipastoris, amplamente estudados no meio acadêmico e utilizados por agricultores com apoio técnico (CASTRO; CARVALHO, 1999; SOARES et al., 2009).

Para implantar um sistema agrosilvipastoril, várias estratégias podem ser utilizadas. Segundo Carvalho et al. (1995), o consórcio entre árvores e pastagens geralmente ocorre inserindo árvores em pastagens já instaladas, inserindo árvores no momento do plantio das forragens ou inserindo forragens em maciços

florestais. Nesse último caso, torna-se ainda mais importante a escolha de forragens tolerantes ao sombreamento (CARVALHO et al., 1995). Ainda é possível recorrer à capina seletiva (bateção) do pasto, onde são mantidas árvores de maior interesse durante a eliminação de rebrota de vegetação nativa. O plantio de árvores em pastagens já instaladas pode se dar com a proteção das mudas. Neste caso, podem-se introduzir árvores como a leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e acácia auriculada (*Acacia auriculiform*) que são procuradas pelos animais para se alimentar (DIAS et al., 2009). A introdução de árvores na pastagem sem proteção das mudas e na presença do gado têm sido realizadas. Neste caso, deve-se usar leguminosas arbóreas nodulíferas com maior teor de tanino nas folhas e mais resistentes ao pastejo e às formigas. Exemplos dessas leguminosas são jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*), aromita (*Acacia farnesiana*), jurema branca (*Mimosa artemisia*) e albizia (*Pseudomanea guachapele*) (DIAS et al., 2008). Essas espécies podem ser também pastejadas, mas em menor quantidade. Segundo esses mesmos autores, apenas 30% das mudas das árvores de jurema preta (*Mimosa artemisia*), albizia (*Pseudomanea guachapele*) e orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*) foram pastejadas. Cabe ressaltar que, nesse estudo, o objetivo era usar espécies arbóreas resistentes ao pastejo animal. Mostrando com isso o potencial do uso de árvores para incrementar a alimentação animal.

Na Zona da Mata Mineira, os bovinos são o principal componente animal dos sistemas agrosilvipastoris. O esterco produzido pelos bovinos pode ser usado em outros agroecossistemas, como por exemplo, o café. O sistema agroflorestal com café, em contrapartida, produz excedente de abacate e banana, que são estratégicos para alimentar os animais durante o período mais seco do ano. As fezes e a urina muitas vezes também são misturadas a restos da alimentação animal, palhas de culturas agrícolas e sobras de podas dos SAFs no

piso do próprio curral onde os animais se alimentam (FREITAS et al., 2009). Nessa região, as árvores das pastagens são oriundas da regeneração natural e foram manejadas durante a capina seletiva da pastagem (FREITAS et al., 2009; MEIER, 2008).

O sombreamento natural ou artificial das gramíneas, de forma moderada, pode melhorar a qualidade nutricional sem alterar a quantidade da forragem (CARVALHO et al., 1994; CARVALHO et al., 1995; PACIULLO et al., 2007). Andrade et al. (2004) experimentaram diferentes níveis de sombreamento artificial em quatro gramíneas forrageiras na região norte do país. Nos resultados, quanto maior o nível de sombreamento das gramíneas, menor foi a diferença de produção de matéria seca entre o período seco e chuvoso.

As forragens adequadamente sombreadas têm a quantidade de luminosidade diária reduzida e, com isso, são mantidas mais tempo no período vegetativo, atrasando o período de florescimento e frutificação, fato positivo para a qualidade da forragem e negativo para a produção de sementes. Assim, a manutenção da gramínea por maior tempo no estágio vegetativo favorece o planejamento da alimentação animal, pois haverá forragem durante maior período de tempo. Gramíneas em pastagens com árvores permanecem com temperatura e velocidade do vento menores em relação a gramíneas não consorciadas com árvores (SOARES et al., 2009).

Castro e Carvalho (1999) concluíram que as forragens sob sombreamento tendem a ser mais altas, com colmos mais longos e de folhas mais largas. O aumento do tamanho de colmos e largura das folhas acontece em compensação à diminuição do número de perfilhos causado pelo sombreamento. Dentre as gramíneas utilizadas nas pastagens, a braquiária é a mais utilizada e possui grande plasticidade fenotípica em resposta à diferentes níveis de sombreamento e isso é um aspecto positivo sobre seu uso em sistemas agroflorestais em pastagem (PACIULLO et al., 2008).

Andrade et al. (2002) estudaram o efeito da leguminosa arbórea baginha (*Stryphnodendron guianense*) sobre a pastagem de braquiária. Houve maior ocupação do solo por capim sob a copa de baginha, demonstrando que a árvore pode ter propiciado boas condições para o desenvolvimento do capim e não reduziu a área útil da pastagem. Além disso, havia maior quantidade de capim morto nas áreas a pleno sol, o que foi considerado na pesquisa e com isto, aparentemente, diminuiu a disponibilidade de matéria seca das forragens sob a copa de baginha. A presença de maior quantidade de capim seco nas áreas a pleno sol evidenciou o potencial de árvores em amenizar situações extremas, sendo as árvores imprescindíveis no manejo agroecológico.

1.3 Agroecologia na Zona da Mata Mineira

A agroecologia busca o bem-estar de todos os seres que estão na propriedade e cabe ao ser humano contribuir com o manejo dos agroecossistemas para a sustentação da vida (VIVAN, 1998). Desde 1987, o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM) em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e organizações dos trabalhadores e trabalhadoras rurais constroem a agroecologia na Zona da Mata Mineira (DUARTE et al., 2013).

Esses parceiros buscam tecnologias de produção consonantes com o diverso e rico ecossistema da Mata Atlântica e que respondam aos desafios encontrados pelas famílias agricultoras, como, por exemplo, a perda de qualidade do solo (DUARTE et al., 2008), como os sistemas agrofloretais, que imitam os sistemas naturais e são amplamente aceitos como capazes de reduzir a degradação dos solos (SOUZA et al., 2010).

Na região da Zona da Mata os SAFs foram implantados com o objetivo de recuperar os solos e diversificar a produção. A implementação dos SAFs ocorreu em um processo de experimentação participativa, onde se procurou

diálogo, valorização do conhecimento do agricultor, educação popular, empoderamento dos agricultores, pautado em princípios científicos de base ecológica, onde o uso de espécies arbóreas nativas foi priorizado (CARDOSO et al., 2001; SOUZA et al., 2010; SOUZA et al., 2012).

Uma das justificativas para o estabelecimento de SAFs, em especial com café e pastagens, na região é a aptidão natural das terras que pode ser observada pela exuberante cobertura florestal nativa, indicando a otimização no uso dos solos, água e luz em diferentes extratos herbáceos, arbustivo e arbóreo. A experimentação participativa com SAFs foi sistematizada pelo CTA em parceria com a UFV de forma também participativa entre 2003 e 2005 (SOUZA et al., 2012). A sistematização ampliou a possibilidade de condução de pesquisas com os SAFs na região. Entender os SAFs e os princípios naturais que regem o seu funcionamento pode ser a chave para a construção de sistemas de produção mais auto-suficientes e ecológicos (CARDOSO; KUYPER, 2006).

As pesquisas apontaram, por exemplo, que os SAFs biodiversos desenhados pela equipe de agricultores experimentadores, pesquisadores do CTA e UFV foram efetivos na conservação do solo em relação ao monocultivo de café (CARDOSO et al., 2001; CARDOSO et al., 2003a). Os SAFs da região diminuiram a perda de solo e nutrientes em comparação a sistemas convencionais e por isso foram considerados mais eficientes na recuperação e conservação dos solos, importante em especial em áreas de relevo fortemente ondulado e com solos muito intemperizados como na Zona da Mata Mineira (FRANCO et al., 2002). Além da redução da erosão, devido ao sistema radicular profundo e a produção de material senescente pelas árvores, os SAFs contribuem para o aumento da ciclagem de nutrientes (DUARTE et al., 2008). Foi verificado também maior quantidade de P orgânico disponível para as plantas do que P inorgânico quando comparados com cultivos de café a pleno sol (CARDOSO et al., 2003b; CARDOSO et al., 2003c; XAVIER et al., 2011). Parte dessa maior

disponibilidade pode ser atribuída ao uso das árvores que propiciou a proliferação de microorganismos que catalisam a ciclagem do P no solo em profundidade (CARDOSO et al., 2003a).

Com isso, os SAFs foram capazes de responder às expectativas da agricultura familiar mesmo em regiões com solos degradados e com baixa fertilidade (FONTES et al., 2013). Souza et al. (2010) observaram ainda que os sistemas agroflorestais da Zona da Mata avaliados aumentam a segurança alimentar e a renda das famílias, devido a diversificação da produção em especial com frutíferas e diminuíram os custos de produção, devido a melhoria na qualidade do solo e maior sanidade das plantas.

Nos SAFs manejados pelas famílias agricultoras assessoradas pela equipe da UFV e CTA, ocorreu uma inter-relação entre a prática e a teoria. A prática de manejo dos SAFs e a observação da natureza geraram informações que foram e são usadas junto com o conhecimento tradicional e conhecimento científico e nutrem a reflexão das famílias agricultoras e acadêmicos sobre a utilização dos SAFs. Essas reflexões contribuíram para a construção de um processo de reflexão-ação capaz de resignificar as práticas dos agricultores, para que possam manejar os agroecossistemas, respeitando a natureza ao mesmo tempo que são mais produtivos e de fácil manejo (CARDOSO et al., 2001, SOUZA et al., 2010; SOUZA et al., 2012).

Durante a sistematização participativa dos SAFs constatou-se a baixa integração entre os sistemas agroflorestais e a criação animal (SOUZA, 2006). A pecuária extensiva nessa região tem promovido a degradação do ambiente pela falta de planejamento, descaracterização da vegetação nativa e superlotação das pastagens. Isso agravado por um marcante período de seca em alguns meses do ano (BIGARDI et al., 2011).

1.4 Animais para a agroecologia

Com o objetivo de potencializar a criação animal na perspectiva agroecológica, foi elaborado por um grupo de pesquisadores da UFV e do CTA o projeto “Vacas para o Café: fechando o ciclo de produção orgânica de café”, recebendo subsídio da organização holandesa “Wild Ganzen”. A partir de então, vários projetos de pesquisa utilizando o referencial da pesquisa-participante sucederam-se para apoiar, dar continuidade e até expandir o projeto inicial (BEVILACQUA, 2008; TOSETTO et al., 2013).

Atualmente, o projeto é uma parceria entre as organizações dos trabalhadores rurais de Araponga, Divino e Espera Feliz-MG, CTA-ZM e Departamento de Solos, Veterinária, Zootecnia e Biologia Vegetal da UFV (BIGARDI et al., 2011).

Os municípios mineiros de Araponga, Divino e Espera Feliz estão próximos às importantes reservas florestais do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro e Parque Nacional do Caparaó. Sendo mais um argumento para que nessas propriedades sejam incentivados o desenvolvimento de agroecossistemas que favoreçam a troca gênica entre os remanescentes florestais presentes em propriedades particulares e essas duas grandes reservas, promovendo a restauração e preservação das florestas nativas (SOUZA et al., 2010). Assim, desde 2006 a criação animal tem sido o tema principal de pesquisa-participante de uma equipe interdisciplinar da UFV, que se auto denomina Animais para a Agroecologia (PASSOS, 2008).

Os animais domésticos e selvagens têm importante papel na transição agroecológica, pois atuam na transformação de vegetais em outros produtos como, esterco, urina e força de trabalho (equinos e bovinos), aumentando a autonomia dos produtores e diminuindo os custos de produção. Mas um dos maiores estímulos para os agricultores à criação animal é o aumento da qualidade de vida pelo consumo de leite, ovos e carne e pelo aumento da renda

pela venda dos excedentes. Promovendo a soberania e segurança alimentar das famílias (FREITAS et al., 2009; TOSETTO et al., 2013).

O uso de árvores na pastagem também foi tema de estudo dessa equipe interdisciplinar do Animais para Agroecologia em três propriedades do município de Araponga (MEIER, 2008). Durante o trabalho foi possível identificar critérios claros usados para a manutenção de espécies arbóreas na pastagem como: possuir copa aberta para permitir a chegada da luz e assim a sobrevivência da vegetação herbácea; copas altas permitindo a entrada de luz, caso a copa não seja alta, os galhos baixos devem ser retirados; usar espécies perenifólias para minimizar a perda de folhas; caso utilize espécies caducifólias, que estas tenham folhas pequenas, para que o capim não seja abafado pelas folhas caídas; ser multifuncional, produzindo, de preferência, mais de um bem e/ou serviço ambiental como madeira, lenha, alimentos, atração de pássaro e abelha, entre outros (MEIER, 2008; FREITAS et al., 2009).

O efeito da espécie arbórea leguminosa nodulífera angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) sobre pastagem de braquiaria também foi estudado (FREITAS, 2010). O teor de N na forragem foi menor na gramínea encontrada fora da copa das árvores do que na forragem encontrada sob as copas das árvores, isso pode ter limitado o crescimento das gramíneas. Com o P ocorreu o inverso.

As árvores encontradas nas pastagens são também utilizadas na alimentação animal. Bigardi et al. (2011) registraram que espécies arbóreas como a capoeira branca (*Solanum mauritianum*), o fedegoso (*Senna macranthera*) e o papagaio (*Aegiphila sellowiana*) presentes nas pastagens são utilizadas na alimentação animal. Nos SAFs com café (*Coffea* sp.), espécies como o abacate (*Persea americana*) e a bananeira (*Musa* sp.) também são utilizadas na alimentação animal. O abacateiro produz fruto exatamente na estação seca, quando a deficiência alimentar para os rebanhos costuma se

manifestar (FREITAS et al., 2009). Outros benefícios das árvores nas pastagens foram identificados, como por exemplo, as famílias relataram o caso do jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*) que goteja água durante a noite e visualmente mantem as plantas sob sua copa mais verdes durante a estação seca (FREITAS, 2010).

Apesar das conhecidas qualidades dos SAFs em pastagem, são necessários maiores aprofundamentos sobre a ciclagem de nutrientes, biologia do solo, composição, colaboração e competição entre plantas. Na Zona da Mata Mineira, as pesquisas até então têm estudado os solos principalmente nos SAFs com café e poucas pesquisas foram realizadas para avaliar o efeito das árvores nos solos das pastagens (ANDRADE et al., 2002). Há ainda poucas pesquisas sobre o acúmulo de outros nutrientes e sobre a digestibilidade de herbáceas sob a copa das árvores e muitas vezes levam a resultados conflitantes (BELSKY, 1992; EAST; FELKER, 1993; CASTRO et al., 2001).

REFERÊNCIAS

- ABD-ALLA, M. H.; OMAR, S. A.; KARANXHA, J. F. The impact of pesticides on arbuscular mycorrhizal and nitrogen-fixing symbioses in legumes. **Applied Soil Ecology**, v. 14, n. 3, p. 191-200, 2000.
- ALVES, A. G. C.; PIRES, D. A. F.; RIBEIRO, M. N. Conhecimento local e produção animal: uma perspectiva baseada na etnozootecnia. **Archivos Zootecnicos**, v. 59, p. 45-56. 2010.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em Ecossistemas de Pastagens Cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 574-582, 2002.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.

BELSKY, A. J. Effects of trees on nutritional quality of undestorey gramineous forage in tropical savannas. **Tropical Grasslands**, v. 26, p. 12-20, 1992.

BEVILACQUA, P. D. **Produção animal integrada a sistemas de produção agroecológicos e orgânicos na agricultura familiar**. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Veterinária, 39p, 2008. (Projeto FAPEMIG).

BIGARDI et al. Sistemas agroflorestais: fonte de alimentos para o manejo de bovinos. VII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Fortaleza. 2011. 5p.

BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C.; REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, J. M.; Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 103, n. 2, p. 389-403, 2004.

BONFIM, J. A.; MATSUMOTO, S. N.; LIMA, J. M.; CÉSAR, F. R. C. F.; SANTOS, M. A. F. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos fisiológicos em cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 201-206, 2010.

CARDOSO, I. M.; GUIJT, I.; FRANCO, F. S.; CARVALHO, A. F.; FERREIRA NETO, P. S. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO, and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural system**, n. 69, p. 235-257, 2001.

CARDOSO, I. M.; BODDINGTON, C.; JANSSEN, B. H.; OENEMA, O.; KUYPER, T. W. Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 58, p. 33-43, 2003a.

CARDOSO, I. M.; JANSSEN, B. H.; OENEMA, O.; KUYPER, T. W. Phosphorus pools in Oxisols under shaded and unshaded coffee systems on farmers' fields in Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 58, p. 55-64, 2003b.

CARDOSO, I. M., MEER, P. V.; OENEMA, O.; JANSSEN, B. H.; KUYPER, T. W. Analysis of phosphorus by ³¹P NMR in Oxisols under agroforestry and conventional coffee systems in Brazil. **Geoderma**, v. 112, p. 51-70, 2003c.

CARDOSO, I. M.; KUYPER, T. W. Mycorrhizas and tropical soil fertility. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 116, p. 72-84, 2006.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ALMEIDA, D. S.; VILLAÇA, H. A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem em pastagens de braquiária. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 5, 709-718, 1994.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas tropicales**, v. 17, p. 24-30, 1995.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JUNIOR, B. A. Produção de Matéria Seca e Composição Mineral da Forragem de Seis Gramíneas Tropicais Estabelecidas em um Sub-Bosque de Angico Vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

CARVALHO, M. M., XAVIER, D. F., ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para associação com pastagens**. EMBRAPA Gado de Leite, 2001, 24p.

CASTRO, R. T. E., CARVALHO, M. M. **Sistemas silvipastoris: relatos de pesquisa e de seu uso no Brasil**. EMBRAPA Gado de Leite, 1999, 24p.

CASTRO, R. T. C.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1959-1968, 2001.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; FRANCO, A. A. EMBRAPA. 2005. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 10. Leguminosas Arbóreas – Influência na Produção de Fitomassa e Nutrientes do Capim Survenola.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; DIAS, J.; FRANCO, A. A. Estabelecimento de

leguminosas arbóreas em pastos de capim-marandu e tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1413-1419, 2008.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. Mudanças de leguminosas arbóreas introduzidas em pastagem de Tifton-85 com animais. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 203-210, 2009.

DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C.; Terra Forte. **Revista Agriculturas: Experiências em agroecologia**, v. 5, n. 3, p. 11-15, 2008.

DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; STIJEN, T.; MENDONÇA, M. A. F. C.; COELHO, M. S.; CANTARUTTI, R. B.; KUYPER, T. W.; VILLANI, E. M. A.; MENDONÇA, E. S. Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 87, p. 835-847, 2013.

EAST, R. M.; FELKER, P. Forage production and quality of 4 perennial grasses grown under and outside canopies of mature *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa* (mesquite). **Agroforestry Systems**, v. 22, p. 91-110, 1993.

FERREIRA, L. C. B.; MACHADO FILHO, L. C. P. HOETZEL, M. J.; LABARRERE, J. G. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 137-146, 2011.

FONTES, M. A.; RIBEIRO, G. T.; SIQUEIRA, E. R.; SIQUEIRA, P. Z. R.; RABANAL, J. E. M. Sistema agroflorestal sucessional como estilo produtivo para agricultura familiar em território de identidade rural, em Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p.112-120, 2013.

FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FERNANDES, E. I.; SILVA, E.; NETO, J. A. A. M. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2000. 147p. Tese Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. The contribution of N₂-fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 5-6, p. 897-903, 1997.

FREITAS, A. F.; PASSOS, G. R.; FURTADO, S. D. C.; SOUZA, L. M.; ASSIS, S. O.; MEIER, M.; SILVA, B. M.; RIBEIRO, S.; BEVILACQUA, P. D.; MANCIO, A. B.; SANTOS, P. R.; CARDOSO, I. M. Produção animal integrada aos sistemas agroflorestais: necessidades e desafios. **Revista Agriculturas** (www.agriculturas.org.br) v. 6, p. 30-35, 2009.

FREITAS, A. F. **Uso de árvores em pastagem: Interação entre angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e braquiária.** 2010. 32 p. Monografia (Graduação em engenharia florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MEIER, M. **Levantamento das espécies arbóreas de pastagens em propriedades agroecológicas.** 2008. 68 p. Monografia (Graduação em engenharia florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PASSOS, G. R. **Integração Animal em Propriedades Agroecológicas em Araponga-MG.** 2008. 119 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEZZONI, T.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O.; LEMPP, B. Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf em sistema silvopastoril. **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 293-301, 2012.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico de Pastagens.** Editora Nobel, 1984. 184 p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** Editora Nobel, 1986. 541 p.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the

remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

ROVER, O. J.; ANCHAU, C. T. A agroecologia e as estratégias de desenvolvimento de três redes cooperativas de produção de leite. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 92-101, 2013.

SILVA, K. B. **Características químicas, físicas e biológicas de solos sob *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** 2013. 124 p. Dissertação (Mestrado em Solos). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOARES, A. B., SARTOR, L. R., ADAMI, P. F., VARELLA, A. C., FONSECA, L., MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUSA, L. F., MAURÍCIO, R. M., GONÇALVES, L. C., SALIBA, E. O. S., MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiária brizantha* cv. Marandu em um sistema silvopastoril. **Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec.**, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, 2007.

SOUZA, E. N. **Sistematização da experiência participativa com sistemas agroflorestais: Rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata mineira.** 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Solos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, E. N.; CARDOSO, I. M.; FERNANDES, J. M.; GARCIA, F. C. P.; BONFIM, V. R.; SANTOS, A. C.; CARVALHO, A. F.; MENDONÇA, E. S. Selection of native trees for intercropping with coffee in the Atlantic Rainforest biome. **Agroforestry Systems**, v. 80, p. 1-16, 2010.

SOUZA, E. N.; CARDOSO, I. M.; MENDONÇA, E. S.; CARVALHO, A. F.; OLIVEIRA, G. B.; GJORUP, D. F.; BONFIM, V. R. Learning by doing: a participatory methodology for systematization of experiments with agroforestry systems, with an example of its application. **Agroforestry Systems**, v. 85, p. 247-262, 2012.

SOUZA, R. F.; PINTO, J. C.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MORAIS, A.R. Influência de micorriza e fósforo sobre o rendimento de matéria seca e qualidade de *Andropogon gayanus* e *Stylosanthes guianensis* cultivados em um latossolo. **Pasturas Tropicais**, v. 22, n. 2, p. 34-41, 2000.

TOSETTO, E. M.; CARDOSO, I. M.; FURTADO, S. D. C. A importância dos animais nas propriedades familiares rurais agroecológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n.3, p.12-25, 2013.

VIVAN, J.L. **Agricultura e Florestas**: princípios de uma interação vital. Livraria e editora agropecuária, 1998. 207p.

XAVIER, F. A. S.; ALMEIDA, E. F.; CARDOSO, I. M.; MENDONÇA, E. S. Soil phosphorus distribution in sequentially extracted fractions in tropical coffee-agroecosystems in the Atlantic Forest biome, Southeastern Brazil. **Nutr. Cycl. Agroecosyst**, v. 89, p. 31-44, 2011.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

**Árvores leguminosas nativas e o melhoramento de pastagens
agroecológicas**

Manuscrito em preparação para a publicação em periódico científico.

ÁRVORES LEGUMINOSAS NATIVAS E O MELHORAMENTO DE PASTAGENS AGROECOLÓGICAS

Resumo - O presente estudo teve como objetivo 1) identificar os critérios utilizados por famílias agricultoras da Zona da Mata Mineira na escolha de árvores nativas para consórcio com pastagem de gado bovino e os benefícios que essas árvores propiciam às pastagens; 2) analisar os efeitos de três espécies arbóreas nativas sobre a qualidade de forragens sob sua copa; 3) analisar o efeito de três espécies nativas arbóreas sobre alguns atributos microbiológicos do solo de pastagem. A pesquisa qualitativa contou com a participação de famílias agricultoras dos municípios de Araponga e Divino, Minas Gerais, que forneceram informações a partir da observação participante e entrevista semi-estruturada com as famílias. A pesquisa quantitativa ocorreu com coleta de forragem e solo, em diferentes distâncias, sob e fora da projeção da copa das espécies arbóreas leguminosas nativas *Dalbergia nigra*, *Machaerium nyctitans* e *Machaerium stipitatum*. Mensurou-se a quantidade (biomassa) e a qualidade (teor de umidade e nitrogênio) da forragem em diferentes distâncias a partir do tronco das árvores. As amostras de solo foram avaliadas determinando o pH, o teor de matéria orgânica, os macro e micronutrientes, a umidade e a diversidade e densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares. As médias dos dados quantitativos foram comparadas estatisticamente pelo teste Scott-Knott. As famílias utilizam como critério de escolha de árvores para consórcio com pastagem a compatibilidade das espécies arbóreas com o capim e os benefícios gerados para a propriedade como um todo. Elas consideram que o consórcio das árvores com a pastagem embeleza a propriedade rural com as suas copas e flores, favorecem a conservação ambiental, aspectos culturais como o conhecimento sobre as características de cada árvore, aumenta a disponibilidade de alimento para o gado e a geração de renda. Houve aumento do teor de N da forragem sob a copa de *M. nyctitans* e da umidade da forragem sob a copa de *M. stipitatum*. Ocorreu incremento na umidade do solo mais próximo de *M. nyctitans* e *M. stipitatum*, do teor de Mg e da soma de bases do solo sob a copa de *M. stipitatum*. Também não foi verificado indício de prejuízos nos parâmetros de densidade e diversidade de esporos de micorrizas arbusculares do solo das pastagens pelo consórcio com as árvores. Nas condições do presente estudo, é possível inferir que o consórcio não prejudicou a qualidade do solo em termos de disponibilidade de nutrientes às forrageiras e pode contribuir para a manutenção da umidade do solo e ciclagem de nutrientes sob a copa das árvores.

Palavras-chave: Sistema silvipastoril; Sistema agroflorestal; Leguminosa nodulífera; Adubação verde.

Abstract - The present study had as objective 1) to identify the criteria used by farmers families of the Zona da Mata in the selection of native trees for consortium with cattle pasture and the benefits that these trees provide to pasture; 2) to analyze the effects of three native tree species on the quality of fodder under their canopy; 3) to analyze the effect of three native tree species on some microbiological attributes of pasture soil. The qualitative research had the participation of agricultural families from the municipalities of Araponga and Divino, Minas Gerais, who provided information from participant observation and semi-structured interviews with families. The quantitative research was carried out with forage and soil collection, at different distances, under and outside the canopy projection of the native leguminous species *Dalbergia nigra*, *Machaerium nycitans* and *Machaerium stipitatum*. The amount (biomass) and the quality (moisture and nitrogen content) of the forage at different distances from the trunk of the trees were measured. Soil samples were evaluated by determining the pH, organic matter content, macro and micronutrients, moisture and the diversity and spore density of arbuscular mycorrhizal fungi. The averages of the quantitative data were compared statistically by the Scott-Knott test. The families use as a criterion of choice of trees for consortium with pasture the compatibility of the tree species with the grass and the benefits generated for the property as a whole. They consider that the consortium of trees with pasture beautifies the rural property with its crowns and flowers, favor environmental conservation, cultural aspects such as knowledge about the characteristics of each tree, increase the availability of food for livestock and the generation of income. There was an increase in the N content of the forage under the canopy of *M. nycitans* and forage moisture under the canopy of *M. stipitatum*. There was an increase in soil moisture closer to *M. nycitans* and *M. stipitatum*, Mg content and the sum of soil bases under the *M. stipitatum* crown. There was also no evidence of losses in the density and diversity parameters of arbuscular mycorrhizae spores of the pasture soil by the consortium with the trees. Under the conditions of the present study, it is possible to infer that the consortium did not affect soil quality in terms of nutrient availability to fodder and could contribute to the maintenance of soil moisture and nutrient cycling under the tree canopy.

Key-words: Silvipastoral system; Agroforestry system; Nodular leguminosae; Green adubation.

Introdução

A Zona da Mata de Minas Gerais faz parte do Bioma Mata Atlântica que possui na atualidade, aproximadamente, 12% da sua cobertura florestal original (RIBEIRO et al., 2009). As propriedades rurais nessa região são manejadas em sua maioria por famílias agricultoras, que utilizam práticas tradicionais na pecuária extensiva, no cultivo de café, mandioca, milho, feijão e cana de açúcar (CARDOSO et al., 2001).

Na região da Zona da Mata Mineira a principal utilização do solo é com áreas de pastagem. Essas áreas são frágeis, pois geralmente englobam áreas de preservação permanente, em sua maioria nos topos de morro e terrenos com declividade alta (FRANCO et al., 2002).

A degradação de pastagens impõe elevados custos à sociedade e empobrece, principalmente, os produtores rurais. As árvores possuem potencial importante para evitar a degradação e para a recuperação de pastagens em solos depauperados (DIAS et al., 2005). O consórcio entre árvores e pastagens, com sombreamento adequado e forragens tolerantes ao sombreamento, pode trazer vários benefícios (CARVALHO et al., 1994).

As raízes mais profundas das árvores exploram camadas não acessadas pelas raízes das gramíneas e fixam nutrientes que poderiam ser lixiviados. Esses nutrientes recrutados pelas árvores são liberados com a mineralização das partes vegetativas pela queda de galhos, folhas, flores e frutos e morte de raízes que contribuirão com a fertilidade das camadas superficiais do solo junto com as fezes e urina dos animais (FERREIRA et al., 2011; DUARTE et al., 2013). Algumas árvores leguminosas também contribuem com a fertilidade da pastagem com a sua capacidade de fixar N atmosférico por meio da associação com bactérias pela nodulação, produzindo forragem rica em proteína bruta, minerais e contribuindo para a fertilidade do solo (DIAS et al., 2005).

Na escolha das espécies arbóreas para consórcio com as pastagens, deve ser dada prioridade para espécies nativas, a exemplo de jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*), bico de pato (*Machaerium nyctitans*) e orvalheira (*Machaerium stipitatum*), nativas do Bioma Mata Atlântica. Estas espécies possuem características positivas para consórcio com pastagens. Todas elas são anemocóricas, ocupam os estágios secundários iniciais como ativadoras da sucessão florestal e fixam simbioticamente o nitrogênio atmosférico, facilitando a sua dispersão e permanência nas pastagens. *D. nigra* e *M. stipitatum* possuem velocidade de crescimento médio e *M. nyctitans* possui velocidade de crescimento lento (SOUZA et al., 2010; MEIRA JUNIOR et al., 2015).

Os gêneros *Dalbergia* e *Machaerium* foram os mais representativos em levantamento florístico em fragmentos florestais da Zona da Mata Mineira, o que indica rusticidade e facilidade de propagação de espécies desses gêneros (FERNANDES et al., 2011). *D. nigra* possui madeira utilizada na fabricação de móveis de luxo, peças decorativas e instrumentos musicais (CARVALHO, 1994) e é uma das espécies madeireiras mais valiosas daquelas que ocorrem no Brasil, está na lista das espécies brasileiras ameaçadas de extinção (BRASIL, 1992).

As madeiras de *M. stipitatum* e *M. nyctitans* podem ser utilizadas como lenha, para a construção de casas e móveis e as podas de seus galhos para adubação de cultivos (VIVAN, 1998; BOTREL et al., 2006; RUSCHEL et al., 2003). A madeira de *M. stipitatum* foi uma das espécies apontadas por madeireiros por ter a madeira de maior valor comercial entre árvores nativas do sul do Brasil. Esta espécie pode ser abundante em pastagens e matas adjacentes, exemplificando o potencial regenerante dessa espécie (SAMPAIO, 2006), o que é importante para estabelecimento de pastagens sombreadas. Não existe estudos científicos. Entretanto, existem poucos estudos científicos sobre os efeitos dessas espécies arbóreas sobre pastagens.

A Zona da Mata Mineira é a segunda maior bacia leiteira de Minas Gerais, maior produtor de leite do Brasil. Desde 1987 o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA) em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e organizações dos trabalhadores e trabalhadoras rurais constroem a agroecologia nessa região (DUARTE et al., 2013). Dentre as tecnologias adotadas no manejo agroecológico encontram-se os Sistemas Agroflorestais (SAFs) com café e pastagem. Em relação ao cultivo de café a pleno sol, os SAFs biodiversos desenhados pela equipe de agricultores experimentadores, pesquisadores do CTA e UFV, foram efetivos na proteção do solo contra a erosão (CARDOSO et al., 2001; FRANCO et al., 2002), houve maior quantidade de P orgânico disponível às plantas do que o P inorgânico (CARDOSO et al., 2003b; XAVIER et al., 2011). Parte dessa maior disponibilidade pode ser atribuída ao uso das árvores que aumentaram a presença de micorrizas em profundidade. Estes microorganismos catalisam a ciclagem do P no solo em profundidade (CARDOSO et al., 2003a).

Entre 2003 e 2005 houve uma sistematização das experiências com os SAFs da Zona da Mata Mineira (SOUZA et al., 2012). A sistematização apontou que nos SAFs manejados pelas famílias agricultoras assessoradas pela equipe da UFV e CTA ocorre uma inter-relação entre a prática e a reflexão. A prática de manejo dos SAFs e a observação da natureza geram informações que são usadas junto com o conhecimento tradicional e o conhecimento científico durante a reflexão das famílias agricultoras sobre a utilização dos SAFs. Essas reflexões balizam com a natureza local a construção de agroecossistemas mais produtivos e de fácil manejo (CARDOSO et al., 2001; SOUZA et al., 2010; SOUZA et al., 2012), além da construção de um processo de reflexão-ação capaz de ressignificar as práticas dos agricultores.

A sistematização constatou ainda a baixa integração entre os sistemas agroflorestais e criação animal (SOUZA, 2006). Como parte desta integração, o

esterco produzido pelos bovinos pode ser usado em outros agroecossistemas, como por exemplo, o café em sistema agroflorestal que, em contrapartida, produz excedente de abacate e banana, que são estratégicos para alimentar os animais durante o período mais seco do ano. As fezes e urina muitas vezes também são misturadas a restos da alimentação animal, palhas de culturas agrícolas e sobras de podas dos SAFs no piso do próprio curral onde os animais se alimentam (FREITAS et al., 2009).

Esta integração é importante na região, onde a pecuária extensiva tem promovido a degradação do ambiente pela falta de planejamento, descaracterização da vegetação nativa e superlotação das pastagens. Isso agravado por um marcante período de seca em alguns meses do ano (BIGARDI et al., 2011).

Com o objetivo de potencializar a criação animal na perspectiva agroecológica foi elaborado por um grupo de pesquisadores da UFV e do CTA o projeto “Vacas para o Café: fechando o ciclo de produção orgânica de café”, recebendo subsídio da organização holandesa “Wild Ganzen”. A partir de então, vários projetos de pesquisa utilizando o referencial da pesquisa-participante sucederam-se para apoiar, dar continuidade e até expandir o projeto inicial (BEVILACQUA, 2008; TOSETTO et al., 2013).

O objetivo da presente pesquisa foi identificar os critérios utilizados por famílias agricultoras da Zona da Mata Mineira para escolha de árvores nativas para consórcio com pastagem para gado bovino e os benefícios que essas árvores propiciam ao agroecossistema pastagem. Especificamente, objetivou-se analisar os efeitos de três espécies arbóreas nativas sobre a qualidade de forragens sob sua copa e o efeito dessas espécies nativas sobre os aspectos químicos e biológicos do solo sob pastagem.

Metodologia

Desde 1993, o conhecimento tradicional de famílias agricultoras da Zona da Mata Mineira tem sido a base do trabalho realizado pela parceria entre o CTA, organizações dos trabalhadores rurais dessa região e UFV (CARDOSO et al., 2001). A partir de 2006, o grupo “Animais para agroecologia”, que inicialmente teve o nome de “Vacas para o Café”, é uma articulação entre a UFV, o CTA e organizações de trabalhadores rurais de municípios dessa região (FREITAS et al., 2009; TOSETTO et al., 2013). O projeto Animais para a agroecologia busca melhorar a integração entre os SAFs e a criação animal em propriedades de agricultores familiares.

O Grupo Puris da Universidade Federal de Lavras (UFLA) trabalha em parceria com o projeto “Animais para agroecologia”, especificamente com as famílias sobre o uso de árvores nativas nas pastagens, o efeito dessas árvores sobre a fertilidade e microbiologia do solo. O Grupo agrega desde 2013 uma equipe interdisciplinar, formada por estudantes de graduação e professores dos Departamentos de Administração e Economia, Ciências Florestais, Química e Ciência do Solo.

Esse Grupo não procura eleger desenhos e relações de espécies em SAFs para que isso seja reproduzido em outra região, mas sim estudar sobre a contribuição das árvores utilizadas por famílias agricultoras nos agroecossistemas. O conhecimento produzido pelo grupo poderá ser usado no ensino, pesquisa e extensão em outras regiões, partindo dos resultados observados para as espécies estudadas nesse trabalho, e estimular em outros locais o levantamento do conhecimento tradicional, experimentação e interpretação coletiva dos aprendizados. Os anseios das famílias rurais da Zona da Mata de Minas Gerais, possivelmente, serão diferentes dos de outra região e a biodiversidade e peculiaridades locais de outras regiões também devem ser valorizadas (SOUZA et al., 2010; FONTES et al., 2013).

Local de estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Araponga e Divino, localizados na Zona da Mata de Minas Gerais, região sob domínio do Bioma Mata Atlântica, no Brasil. A região possui de dois a quatro meses de estação seca por ano, temperatura média de 18 °C e precipitação média anual de 1.500mm. A região possui o relevo denominado “Mares de Morro”, com elevações entre 200 até 1.800m de altitude em relação ao nível do mar. No relevo ondulado dessa região, os trechos côncavos recebem menos insolação e ventilação, com isso, tendem a ter menores temperaturas e mais umidade do que os convexos. A classe de solo predominante na região é o Latossolo, caracterizado pela elevada acidez, baixa fertilidade, boa estrutura e boa drenagem (KER, 1997; CARDOSO et al., 2001).

As pastagens selecionadas para o estudo estão entre 800 e 1.000 m de altitude em relação ao nível do mar, e no terço médio de encostas convexas, por essas características influenciarem na insolação, umidade e temperatura do ambiente. Nessa região também predominam os Latossolos. As famílias agricultoras proprietárias das pastagens participam efetivamente em atividades de experimentação participativa com SAFs na região desde o ano de 1994.

Três famílias de Divino foram indicadas pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Divino para fazer parte da pesquisa, por serem sindicalizadas e possuírem pastagens sombreadas por árvores. Em Araponga o estudo ocorreu junto a quinze famílias indicadas pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Araponga. Em cada propriedade optou-se por estudar as pastagens localizadas na pedofoma convexa, com Latossolo, por ser de maior ocorrência na região.

As pastagens com árvores foram implantadas a aproximadamente 15 anos com *Urochloa decumbens*. Antes da implantação das pastagens as áreas

eram utilizadas para plantio de milho e feijão. O pastejo do gado bovino ocorre em regime extensivo, não existem subdivisões das pastagens (piquetes) e não há manejo da fertilidade do solo. A alimentação do gado também é suplementada com sal mineral, capim elefante (capineira), cana, ramos de árvores nativas e milho, que são moídos na picadeira e fornecidos no comedouro (cocho) dos animais. O principal objetivo da criação dos animais é a produção de leite.

Uso das árvores nas pastagens

Pesquisa qualitativa

A coleta de dados qualitativos ocorreu ao participar de atividades conduzidas pelo grupo de extensão interface com pesquisa, em intercâmbios, oficinas e reuniões com quinze famílias agricultoras do projeto Animais para a Agroecologia (UFV) de 2006 a 2014, e do Grupo Puris (UFLA) em 2014, nos quais o tema criação animal foi tratado. Em todos esses momentos foi adotado o método de observação participante com registro sistemático da vivência, de maneira a relatar as percepções e reflexões, desta forma, procurando funcionar como memória viva do ocorrido (GEILFUS, 2002).

Foram realizadas ainda entrevistas semi-estruturadas a partir de um roteiro previamente elaborado. Os temas do roteiro foram levantados previamente a partir das experiências em vivências com as famílias e também a partir da revisão de literatura sobre o tema, levando em consideração a importância de estimular outras famílias a manterem ou implantarem arborização nas pastagens. Os principais temas abordados foram 1) Como ocorreu a formação das pastagens?; 2) Como procedem a escolha das árvores para consórcio com a pastagem?; 3) Como ocorre o manejo das árvores nas pastagens? Os dados das entrevistas foram registrados em fichas, com a prévia

autorização dos entrevistados, organizados e sistematizados (POPE; MAYS, 2009).

Os nomes vulgares mencionados pelas famílias para consórcio com pastagens foram registrados e coletado material fértil, seguida de documentação fotográfica. O material fértil coletado foi herborizado de acordo com metodologia proposta por Fidalgo e Bononi (1989) e depositado no acervo do Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. A identificação taxonômica das espécies foi realizada por meio de consultas à literatura, comparação com o material da coleção do Herbário e envio a especialistas quando necessário.

Estudo quantitativo das pastagens

Foram indicadas pelas famílias três espécies leguminosas nativas arbóreas presentes em suas pastagens, consideradas por elas como compatíveis para esse consórcio, sendo o jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth), o bico de pato (*Machaerium nycitans* (Vell.) Benth) e a orvalheira (*Machaerium stipitatum* (DC.) Vogel). Foram escolhidas cinco árvores adultas de cada uma das três espécies para o estudo dos benefícios ao capim e ao solo. As árvores estavam a uma distância média de 10 metros de outras árvores. Foram mensuradas a altura, o diâmetro na altura do peito (DAP) e o raio da copa (R) de cada árvore estudada, para que fossem escolhidas árvores relativamente proporcionais. Também foi observada a densidade da copa das árvores para observar a penetração da luminosidade solar (Tabela 1).

Tabela 1 – Morfologia média de cinco indivíduos de três espécies leguminosas arbóreas consorciadas com pastagens de gado bovino em Divino-MG.

Espécie	Diâmetro a Altura do Peito (cm)	Altura (m)	Raio da copa (m)	Densidade da copa
<i>Dalberia nigra</i> (Jacaranda Caviúna)	21,6	11,0	4,4	Baixa
<i>Machaerium nycitans</i> (Bico de Pato)	35,4	26,8	3,5	Alta
<i>Machaerium stipitatum</i> (Orvalheira)	30,2	13,1	4,0	Alta

Em uma propriedade (20° 30' 53,69" S, 42° 5' 56,96" W, altitude de 927 m), a pastagem era dominada por *Urochloa* sp., possuía uma área de 2,7 ha e 2,2 unidades animal ha⁻¹ e foi escolhida para o estudo a espécie orvalheira (*Machaerium stipitatum*). Em outra propriedade (20° 40' 56,08" S, 42° 7' 48,63" W, altitude 1.030 m), foram escolhidos para o estudo exemplares de bico de pato (*Machaerium nycitans*), em pastagem dominada por capim braquiária (*Urochloa* sp.) com 2,2 ha e 2,7 unidades animal ha⁻¹. Árvores da espécie jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*) foram escolhidas em uma propriedade (20° 39' 23,21" S, 42° 13' 28,6" W, altitude de 890 m), com pastagem dominada por capim meloso (*Melinis minutiflora*), com área total de 1,5 ha e 2 unidade animal ha⁻¹ (PEÑA, 2015).

Coleta e análise das forragens

As amostras das forragens foram coletadas sob a projeção da copa das cinco árvores de cada espécie, e fora da projeção da copa dessas árvores seguindo a orientação norte. A coleta foi realizada no mês de junho de 2014. Houve coleta em quatro distâncias considerando o raio (R) da copa de cada árvore. As distâncias sob a projeção da copa da árvore foram, 0,5 R e 1,0R distante do tronco da árvore; e dois pontos fora da projeção da copa, 1,5R e 2,0R (Tabela 2). Para a coleta das forragens, foi utilizado como referência um quadrado de madeira com área de 0,04 m². As forragens nessa área de 0,04 m² foram cortadas de 3 a 5 cm do solo e coletada a biomassa vegetal acima desta altura. A biomassa da parte aérea foi mantida em saco plástico impermeável.

Tabela 2 – Pontos de coleta de forragem e solo em relação à média dos raios das copas (R) de três espécies leguminosas arbóreas consorciadas com pastagens de gado bovino em Divino-MG.

Espécie	Distâncias (m)			
	0,5 R	1,0 R	1,5 R	2,0 R
<i>Dalberia nigra</i> (Jacaranda Caviúna)	2,2	4,4	6,6	8,8
<i>Machaerium nycitans</i> (Bico de Pato)	1,75	3,5	5,25	7,0
<i>Machaerium stipitatum</i> (Orvalheira)	2,0	4,0	6,0	8,0

A análise foliar das forragens foi realizada no setor de Microbiologia do Solo e Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo, da Universidade Federal de Lavras. Foi determinada a matéria fresca da forragem (MU) e, em seguida, seca em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C durante 72 h. Após a secagem foi determinada a matéria seca da forragem (MS). Com a subtração da biomassa seca da forragem pela biomassa fresca (MU – MS) foi obtida a umidade do capim (U). As amostras da forragem foram então analisadas quanto aos teores de N (SILVA, 2009).

Coleta e análise dos solos

As amostras de solo foram coletadas em torno das cinco árvores (consideradas repetições) de cada uma das três espécies, com o auxílio de trado holandês, na profundidade de 0 - 20 cm, nos mesmos pontos onde ocorreu a coleta de forragem. As amostras de solo foram armazenadas em recipientes esterilizados (sacos plásticos). O trado foi limpo com papel toalha descartável e água. As ferramentas foram esterilizadas (flambadas) antes de cada coleta. As amostras de solo foram hermeticamente fechadas e mantidas em câmara refrigerada.

O teor de água e as análises químicas do solo foram realizados no setor de Microbiologia do Solo e Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, conforme a metodologia contida em EMBRAPA (1997). O teor de C foi determinado pelo método Walkley-Black

(MENDONÇA; MATOS, 2005), e o teor de matéria orgânica foi estimado a partir do teor de C utilizando fator de correção (teor de C x 1,72).

Densidade e diversidade de esporos do solo

Foi avaliada a densidade e a diversidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares nas amostras de solo coletadas sob as copas e fora da projeção das copas das árvores. A extração dos esporos do solo seguiu o método de peneiramento úmido, descrito por Gerdemann e Nicolson (1963), seguida da centrifugação em água em sacarose 50% (JENKINS, 1964). Após a extração, os esporos foram transferidos para placa de Petri de grade (Placa canelada) e contados sob microscópio estereoscópico. Para a identificação dos esporos foi consultado o Manual para Identificação de Fungos Micorrízicos Arbusculares, de Schenck e Perez (1988).

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições, onde cada árvore representou uma repetição e as quatro distâncias os tratamentos. Para efeito de análise, os parâmetros da análise da matéria seca, umidade e teor de nitrogênio da forragem, componentes químicos do solo e número de esporos foram transformados para $\sqrt{(x+0,01)}$ (CENTENO, 1990). A análise dos resultados foi feita com o programa SISVAR (FERREIRA, 2011), adotando-se o teste de Scoot-Knott para comparações entre médias.

Resultados

Conhecimento tradicional sobre uso de árvores nativas em pastagens

Tradição

Todas as três famílias entrevistadas afirmaram que na região a fonte de renda principal provém da criação de gado e do cultivo do café. Em uma das propriedades, a única renda antes da introdução da criação animal era a cultura do café, o que tornava a família mais vulnerável às oscilações climáticas e aos preços do mercado. Com a criação de apenas duas vacas na propriedade, uma família relatou ter mais esterco e urina disponível para usar nas lavouras, maior disponibilidade de alimentos para a família e, ainda, aumento da renda devido à comercialização de excedentes. A comercialização de derivados do leite contribuiu para diminuir os impactos negativos da queda da produção do café verificada ou da oscilação do preço do café.

As famílias também afirmaram que a prática da manutenção de árvores nas pastagens não é comum na região. Segundo os agricultores e agricultoras, os animais comumente não pastejam durante dias muito quentes quando as pastagens são a pleno sol. Os animais preferem ficar abrigados sob as poucas sombras de árvores que existem e, desta forma, não se alimentam, deixando de ganhar peso, o que acarreta prejuízo. Alguns vizinhos, inclusive, têm se preocupado em fornecer sombra para os animais, mas optaram pelo uso de sombreamento artificial com “sombrite” (tela de polietileno). Entretanto, as famílias entrevistadas preferem o sombreamento das árvores, pois acreditam que, além do sombreamento, o uso de árvores pode melhorar o ar, fornecer nutrientes e matéria orgânica para o solo.

Formação das pastagens

As famílias informaram que a maioria das árvores já estavam na área de pastagem antes da introdução do capim, e que as árvores introduzidas após a implantação das pastagens necessitam de maiores cuidados, devido à agressividade do capim e o pastejo do gado. Mesmo assim, muitos agricultores utilizam a capina seletiva (“bateção”) quando algumas árvores da regeneração natural são mantidas e outras eliminadas da pastagem. Entretanto, muitos indivíduos arbóreos quando surgem com a regeneração natural são ingeridas pelos animais, o que dificulta, por um lado, a regeneração natural, mas por outro demonstra o potencial das árvores nativas como forragem.

Algumas espécies arbóreas, como angico rosa (*Parapiptadenia rigida*) e pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), são consumidas pelos animais durante todo o ano, enquanto outras espécies não leguminosas somente são ingeridas pelo gado durante a estação seca. Segundo os agricultores, as espécies preferidas pelo gado são as leguminosas. As espécies leguminosas arbóreas são reconhecidas ainda por outros benefícios, como grande produção de biomassa, rusticidade e facilidade para propagação.

Escolha das árvores

Ao ser questionada sobre a espécie de árvore ideal para as pastagens, uma agricultora comentou que todas são boas, mas é necessário saber manejar corretamente. Entretanto, algumas informações mais detalhadas permitiram apontar alguns critérios e indicadores preferenciais para a seleção das espécies arbóreas compatíveis com as pastagens. A compatibilidade com o pasto é o critério da hierarquia superior. A árvore para ser utilizada não pode competir com o pasto (Tabela 3).

Quando mais detalhes foram solicitados quanto ao critério de seleção das árvores, outro agricultor afirmou que, para a pastagem, as árvores de

madeira densa e crescimento lento são as melhores, pois elas estão praticamente em extinção e possuem a copa menos densa, permitindo que parte da luz solar chegue até a forragem sob sua copa. Outra agricultora afirmou que prefere espécies com folhas pequenas e perenifólias, pois assim protegem a pastagem o ano inteiro e não abafam as plantas forrageiras sob a copa.

Tabela 3 – Critérios utilizados por famílias agricultoras de Araponga e Divino-MG para a escolha de árvores para consórcio com pastagem

Critério para escolha das árvores	Benefícios	Indicadores
Compatibilidade com o pasto	Quantidade e qualidade do capim	As famílias observam se há compatibilidade entre as espécies, se o capim está viçoso sob a copa da árvore, verde e succulento para o gado ou se está sem vitalidade e ressecado, é porque o consórcio com as árvores não está sendo bom.
Conservação ambiental	Diminuição da amplitude térmica	As árvores criam sombra e conservam a temperatura e umidade do ambiente.
	Reciclagem de nutrientes do solo	Com a queda de folhas, galhos e frutos os nutrientes adubam o solo da pastagem.
	Mais matéria orgânica do solo	O carbono fixado pelas árvores é incorporado ao solo com o senescimento destas.
Diversificação alimentar	Fixação biológica de nitrogênio	Algumas das árvores das pastagens são leguminosas que fixam nitrogênio atmosférico via simbiose.
	Alimento para a família	Algumas árvores são frutíferas, como o abacate, araticum e ingá, podendo ser consumidos pelas famílias.
	Néctar para apicultura	Diferentes espécies de árvores fornecem néctar para as abelhas ao longo do ano.
	Alimento para animais silvestres	Algumas árvores atraem e alimentam animais silvestres com seus frutos e flores.
Geração de renda	Alimento para vacas	Ramos de algumas árvores são consumidos pelo gado, principalmente no período mais seco do ano.
	Diversificação da produção para a comercialização	Os excedentes dos frutos das árvores podem ser comercializados, como o abacate.
Diferentes usos		Disponibilidade de madeiras para diversos usos. O etnoconhecimento sobre a utilidade e importância de cada espécie é mantido quando há disponibilidade das madeiras tradicionalmente usadas para construção utensílios, currais e outras construções rurais.
	Oferta de produtos para a família; manutenção da cultura local	Disponibilidade de lenha. A manutenção da tradição de cozinhar e assar os alimentos com lenha é mantida sem a necessidade de degradar os remanescentes florestais.

		Uso medicinal. O conhecimento sobre as propriedades de cada planta para saúde da família e animais domésticos é mantido através do uso cotidiano.
		Raízes profundas competem menos com as forragens por água e nutrientes. Além disso, acessam camadas mais profundas do solo e disponibilizam água e nutrientes para as forragens.
Morfologia da árvore	Melhoria da qualidade do solo e do capim, bem estar animal, aumento da infiltração de água	Copas menos densa. Árvores com copa menos densa permitem a chegada da luminosidade solar para as forragens sob sua copa.
		Folhas pequenas e perenifólias. Árvores com menor queda de folhas e com folhas de menores dimensões não “abafam” as forragens e tendem a uma decomposição mais rápida.
Beleza cênica	Enfeitar as pastagens e alegrar a família	Diferentes colorações e tamanhos das flores e copas. Diferentes espécies de árvores enfeitam a pastagem com formatos distintos de copas e florescem ao longo do ano.

Outro critério mencionado para manter árvores na pastagem é a profundidade da raiz. Como exemplos práticos da característica da raiz, foram citadas as espécies açoita cavalo (*Luehea grandiflora*) e ipê (*Zeyheria tuberculosa*), que possuem raízes profundas no solo e não competem por água e nutrientes com o capim sob sua copa. As famílias consideram que uma espécie possui raiz que não compete com o capim quando a forragem se mantém verde sob a copa e, outra desvantagem, é que as árvores de raízes mais superficiais são as mais facilmente arrancadas pelo vento.

A possibilidade de a espécie arbórea ser multifuncional, produzindo madeira, lenha, frutas e alimentos para os animais também foi valorizada pelos agricultores e agricultoras. Algumas das árvores têm seus componentes oferecidos para os animais no cocho como alimento no período mais seco do ano. As famílias observaram o gado alimentando-se de ramos de capoeira branca (*Solanum mauritianum*), fedegoso (*Senna macranthera*), papagaio (*Aegiphila sellowiana*) e ingá (*Inga edulis*) e, assim, oferecem essas plantas para o gado se alimentar no período mais seco do ano.

As árvores frutíferas verificadas nas pastagens apresentam grande importância no sistema da propriedade, pois ora servem de alimento para a

própria família, ora podem ter os frutos vendidos como produtos a terceiros. Os frutos de algumas, como o abacate, ainda podem ser utilizados na alimentação animal. O cuidado deve ser de não permitir que os animais se alimentem dos frutos, dependendo do tamanho, ainda nas árvores, para evitar que o animal engasgue.

A floração da árvore também é um critério para sua manutenção na pastagem, pois a maioria das famílias também trabalha com apicultura e, por isto, se interessam em manter espécies que favoreçam a produção de mel de boa qualidade. Outra menção acerca da floração das árvores foi a prática de manter várias espécies diferentes na pastagem, pois, assim, têm-se flores ao longo do ano e uma pastagem florida e bela o ano inteiro.

Manejo das árvores

As famílias relataram estratégias de manejo das árvores, como a retirada dos galhos mais baixos para que a copa fique alta, permitindo a entrada de luz para as herbáceas no extrato inferior. Geralmente, essa retirada dos galhos não é considerada como gasto de mão de obra, pois os galhos podados de maior diâmetro são usados como lenha e moirão, e os galhos mais finos são incorporados à matéria orgânica do solo. Esta prática também evita que os frutos sejam retirados diretamente das árvores pelos animais, com isso eles se alimentam apenas dos frutos que caem no solo e evita-se o engasgamento.

Algumas famílias preferem o corte seletivo de árvores do pasto para a obtenção de madeira, com isso mantém a biodiversidade das matas da propriedade. O espaçamento entre árvores também é considerado durante o manejo das árvores, pois o grande adensamento de árvores pode impedir que as forragens recebam luz solar. Um dos agricultores chegou a afirmar que “deve ser mantida distância mínima de três metros entre o fim da copa de uma árvore e o

início da copa da outra árvore”, mas isso pode variar de acordo com as espécies arbóreas, insolação e a temperatura verificada na propriedade. O ideal é que não haja sobreposição das sombras.

Segundo os agricultores, alguns locais demandam mais árvores, por exemplo, em uma área da pastagem que esteja mais erodida. Nessas áreas sujeitas à erosão, as árvores devem ser mantidas mais próximas umas das outras para que o solo seja recuperado pelo sombreamento e deposição de serapilheira. Em pastagens de regiões muito frias, com relevo côncavo e com pouca radiação solar no inverno, pode ser interessante manter baixa densidade de árvores nas pastagens, para com isso, obter uma temperatura mais alta e luminosidade adequada.

Os (as) agricultores (as) mantêm grande adensamento de árvores junto à cursos temporários da água da chuva, que são mais suscetíveis à erosão. Ainda sobre o cuidado com a pastagem, durante as visitas às famílias de Divino e Araponga, foi possível observar a existência de grande preocupação com o fornecimento de alimento aos animais no cocho, para que não haja superpastejo e degradação da pastagem.

A idade da árvore e sua madeira também deve ser considerada no manejo. A prioridade de corte é dada às árvores de maior porte de uma determinada espécie, deixando os indivíduos mais jovens daquela espécie, para que se desenvolvam na pastagem. A paciência é citada como fator essencial para o manejo da pastagem. Como exemplo da necessidade dessa virtude, foi comentado o tempo de crescimento das árvores. As espécies mais exigentes usam da umidade disponível no solo no início do crescimento, mas com o tempo, as mesmas devolvem a água para o capim com a manutenção de um microclima mais úmido, favorecendo que o capim fique verde e rico em nutrientes, como ocorre, segundo os agricultores, com a forragem sob a copa de algumas árvores leguminosas.

As observações das famílias agricultoras possibilitaram que fossem levantadas perguntas para a pesquisa quantitativa, cujos dados e análises são apresentados a seguir.

Qualidade da forragem

Não foi possível verificar diferença significativa da umidade entre as amostras de forragem analisadas em diferentes distâncias do tronco da espécie jacarandá caviúna; massa seca em nenhuma forragem analisada e; teor de nitrogênio nas amostras de jacarandá caviúna e orvalheira. Os valores de umidade das amostras de forragem analisadas próximas ao tronco e imediatamente fora da copa de bico de pato foram superiores. Além disso, umidades superiores foram encontradas também nas amostras de forragem analisadas próximas ao tronco de orvalheira. Verificou-se o dobro de nitrogênio na forragem analisada e que se encontra mais próxima do tronco da árvore de bico de pato (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito de diferentes distâncias do tronco de três espécies arbóreas nativas leguminosas sobre a qualidade de forragem, avaliada por meio dos parâmetros umidade, massa seca e teor de nitrogênio*¹

Distância * ²	----- Forragem -----		
	Umidade %	Massa Seca g/0,04 m ²	Acúmulo de N na forragem mg/g
	----- jacarandá caviúna (<i>Dalbergia nigra</i>) -----		
0,5 R	39,06 a	7,87 a	10,05 a
1,0 R	38,17 a	16,08 a	17,76 a
1,5 R	34,97 a	19,21 a	11,47 a
2,0 R	35,32 a	17,30 a	13,56 a
CV (%) ^{*3}	9,1	28,9	24,4
Teste F	0,76	0,25	0,31
Média Geral	36,9	15,1	13,2
	----- bico de pato (<i>Machaerium nycitans</i>) -----		
0,5 R	62,0 a	22,5 a	46,0 a
1,0 R	57,2 b	18,5 a	27,9 b
1,5 R	60,5 a	21,9 a	21,27 b
2,0 R	55,7 b	18,9 a	22,72 b
CV (%) ^{*3}	2,6	7,9	14,5

Teste F	0,02	0,22	0,03
Média Geral	30,7	20,4	29,49
----- orvalheira (<i>Machaerium stipitatum</i>) -----			
0,5 R	54,0 a	22,9 a	23,8 a
1,0 R	49,7 b	19,1 a	20,7 a
1,5 R	46,8 b	20,5 a	17,1 a
2,0 R	47,4 b	20,3 a	17,9 a
CV (%) ^{*3}	3,9	12,1	11,6
Teste F	0,1	0,7	0,1
Média Geral	49,5	20,7	29,5

^{*1} Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Variáveis com outlier detectado pelo Teste de Grubbs (Teste de Valor Extremo) no nível 0,05 de significância, substituído pelo valor da média geral sem outlier. Valores com a transformação: $(x + 1)^{0,5}$. ^{*2} Amostras coletadas considerando o raio (R) da copa de cada árvore, sendo para o jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*) nas distancias da projeção da copa, 0,5R = 2,2m, 1,0R = 4,4m, 1,5R = 6,6m e 2,0R = 8,8m, para o bico de pato (*Machaerium nycitans*) 0,5R = 1,75m, 1,0R = 3,5m, 1,5R = 5,25m e 2,0R = 7,00m, para a orvalheira (*Machaerium stipitatum*) 0,5R = 2,00m, 1,0 R = 4,00m, 1,5 R = 6,00m e 2,0R = 8,00m.

^{*3} CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

Características químicas do solo

O teor de matéria orgânica, o teor de magnésio e a soma de bases foram maiores próximos ao tronco e sob a copa de orvalheira. A umidade foi maior nos solos sob a copa de bico de pato. As demais características do solo (acidez, matéria orgânica, macro e micronutrientes e umidade) praticamente não diferiram entre as diferentes amostras analisadas entre as diferentes posições em relação ao tronco das três espécies (Tabela 5). Com isto, as amostras de solo sob a copa de orvalheira e bico de pato, possuem características melhores do que em relação às amostras de solo à pleno sol.

Tabela 5 - Características de solo de pastagem na profundidade de 0-20 cm em diferentes distâncias do tronco de três árvores leguminosas nativas*¹

	pH	MO dag/kg	Ca	Mg cmolc/dm ³	SB	P-Rem	P	K mg/dm ³	Fe	Cu	U %
Distância											
* ² ----- jacarandá caviúna (<i>Dalbergia nigra</i>) -----											
0,5 R	4,3 a	4,29 a	0,30 a	0,20 a	0,62 a	4,1 a	1,17 a	44,6 a	165 a	0,17 a	16,6 a
1,0 R	4,1 a	4,33 a	0,26 a	0,16 a	0,53 a	4,1 a	1,19 a	45,2 a	162 a	0,17 a	15,8 a
1,5 R	4,3 a	3,90 a	0,22 a	0,14 a	0,45 a	3,0 a	0,96 a	33,6 a	155 a	0,13 a	14,6 a
2,0 R	4,1 a	10,8 a	0,24 a	0,16 a	0,50 a	3,7 a	0,96 a	40,8 a	149 a	0,13 a	15,7 a
CV											
(%)* ³	2,46	35,34	3,9	2,55	5,47	8,87	7,56	11,7	7,2	2,4	4,9
Teste F	0,5	0,40	0,71	0,53	0,48	0,15	0,51	0,22	0,73	0,54	0,31
Média	4,2	5,83	0,25	0,16	0,53	3,7	1,1	41,0	158	0,17	15,7
----- bico de pato (<i>Machaerium nycitans</i>) -----											
0,5 R	5,6 a	7,2 a	4,82 a	3,43 a	8,7 a	12,9 a	1,64 a	183 a	63,9 a	0,48 a	16,0 a
1,0 R	5,5 a	6,6 a	4,24 a	2,94 a	7,3 a	11,8 a	1,13 a	148 a	64,4 a	0,41 a	16,0 a
1,5 R	5,5 a	6,3 a	3,95 a	2,82 a	6,9 a	10,2 a	1,42 a	131 a	51,9 a	0,40 a	14,5 b
2,0 R	5,6 a	6,0 a	4,06 a	2,68 a	7,3 a	12,3 a	1,20 a	157 a	65,9 a	0,43 a	13,6 b
CV											
(%)* ³	2,04	6,5	28,3	8,52	11,2	6,41	23,84	15,5	13,0	3,5	4,5
Teste F	0,9	0,30	0,67	0,35	0,5	0,07	0,09	0,44	0,53	0,64	0,05
Média	5,5	6,50	4,27	2,97	7,5	11,8	1,34	155	61,53	0,43	15,1
----- orvalheira (<i>Machaerium stipitatum</i>) -----											
0,5 R	5,9 a	8,6 a	6,68 a	3,92 a	11,0 a	16,2 a	5,63 a	150 a	80,8 a	1,48 a	16,8 a
1,0 R	6,0 a	8,8 a	5,74 a	3,07 b	9,2 a	14,9 a	6,73 a	152 a	81,5 a	1,52 a	14,9 b
1,5 R	5,9 a	6,9 b	4,89 a	2,41 b	7,6 b	12,9 a	4,80 a	118 a	48,0 a	1,68 a	13,4 c
2,0 R	5,9 a	6,2 b	4,31 a	2,61 b	7,4 b	13,0 a	3,92 a	149 a	57,6 a	2,10 a	12,1 c
CV											
(%)* ³	2,3	7,3	10,5	10,6	10,0	10,7	21,54	16,3	14,3	13,3	3,6
Teste F	0,9	0,01	0,06	0,05	0,04	0,41	0,06	0,7	0,49	0,52	0,01
Média	5,9	7,6	4,30	3,00	8,8	14,2	5,27	142	142,0	1,69	14,3

*¹ Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade (P<0,05). Variáveis com outlier detectado pelo Teste de Grubbs (Teste de Valor Extremo) no nível 0,05 de significância, substituído pelo valor da média geral sem outlier. Valores com a transformação: $(x + 1)^{0,5}$. U=Umidade; MO=Matéria Orgânica; SB=Soma de Bases; P-Rem=Fósforo Remanescente. *² Amostras coletadas considerando o raio (R) da copa de cada árvore, sendo para o jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*) nas distâncias da projeção da copa, 0,5R =2,2m, 1,0R =4,4m, 1,5R =6,6m e 2,0R =8,8m, para o bico de pato (*Machaerium nycitans*) 0,5R =1,75m, 1,0R =3,5m, 1,5R =5,25m e 2,0R =7,00m, para a orvalheira (*Machaerium stipitatum*) 0,5R = 2,00m, 1,0 R = 4,00m, 1,5 R = 6,00m e 2,0R = 8,00m. *³ CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

Fungos Micorrízicos Arbusculares

Nos solos amostrados próximos ao jacarandá caviúna (sob a copa ou próximo a ela) indentificou-se sete morfotipos de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) nas amostras de solos coletadas, dentre os quais, quatro foram identificados somente ao nível de gênero. Os gêneros encontrados foram *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus* e *Scutelospora*. Não houve diferença estatística na quantidade de esporos recuperada nas quatro distâncias das árvores de jacarandá caviúna (Tabela 6).

Tabela 6 - Registros de espécies de esporos de fungos micorrízicos arbusculares identificadas em amostras de solo de pastagem coletadas a diferentes distâncias do tronco de três árvores leguminosas nativas.

	----- Distância*2 -----			
	0.5R	1.0R	1.5R	2.0R
	-----jacarandá caviúna (<i>Dalberia nigra</i>) -----			
Nº de Esporos (50 g)*2	325 a	262 a	266 a	291 a
Espécie				
<i>Acaulospora morrowiae</i>	1			
<i>Acaulospora</i> sp.	1	1	2	
<i>Gigaspora</i> sp.	1		1	1
<i>Glomus macrocarpum</i>	1		1	
<i>Glomus</i> sp.	4	3	2	3
<i>Scutelospora heterogama</i>			1	
<i>Scutelospora</i> sp.				1
Total de registros	8	4	7	5
Total de espécies	5	2	5	3
	----- bico de pato (<i>Machaerium nycitans</i>) -----			
Nº de Esporos (50 g)*2	302 a	308 a	264 a	366 a
Espécie				
<i>Acaulospora longula</i>		1	1	
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	1		1	
<i>Acaulospora</i> sp.				3
<i>Glomus bastonete</i>		2	1	2
<i>Glomus macrocarpum</i>	1		1	1
<i>Glomus</i> sp.	3	2	2	1
<i>Paraglomus occultum</i>			1	
<i>Rhizophagus diaphanus</i>				1
Total de registros	5	5	7	8
Total de espécies	3	3	6	5
	----- orvalheira (<i>Machaerium stipitatum</i>) -----			

Nº de Esporos (50 g) ^{*2}	160 a	130 a	135 a	172 a
Espécie				
<i>Acaulospora longula</i>	1			
<i>Acaulospora scrobiculata</i>			2	
<i>Acaulospora spinosa</i>	1			
<i>Acaulospora</i> sp.	1			1
<i>Gigaspora</i> sp.				1
<i>Glomus bastonete</i>	1	2		3
<i>Glomus macrocarpum</i>	1			1
<i>Glomus</i> sp.	3	2	4	2
<i>Rhizophagus diaphanus</i>		1		
Total de registros	8	5	6	8
Total de espécies	6	3	2	5

^{*1} Amostras coletadas considerando o raio (R) da copa de cada árvore, sendo para o jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra*) nas distâncias da projeção da copa, 0,5R = 2,2m, 1,0R = 4,4m, 1,5R = 6,6m e 2,0R = 8,8m, para o bico de pato (*Machaerium nyctitans*) 0,5R = 1,75m, 1,0R = 3,5m, 1,5R = 5,25m e 2,0R = 7,00m, para a orvalheira (*Machaerium stipitatum*) 0,5R = 2,00m, 1,0 R = 4,00m, 1,5 R = 6,00m e 2,0R = 8,00m. ^{*2} Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-knott no nível de 5% de probabilidade (P<0,05). Variáveis com outlier detectado pelo Teste de Grubbs (Teste de Valor Extremo) no nível 0,05 de significância, substituído pelo valor da média geral sem outlier. Valores com a transformação: $(x + 1)^{0,5}$. O Coeficiente de Variação para Jacarandá Caviúna foi igual a 20,7 %, Bico de Pato 28,0 % e Orvalheira 22,0 %.

Nos solos amostrados próximos ao bico de pato (sob a copa ou próximo a ela) identificou-se oito morfotipos de esporos de fungos arbusculares nas amostras de solos coletadas, distribuídos entre os gêneros *Acaulospora*, *Glomus*, *Paraglomus* e *Rhizophagus*. Os gêneros *Acaulospora* (3) e *Glomus* (3) tiveram o maior número de morfotipos, enquanto foram identificadas apenas duas espécies dos gêneros *Paraglomus* e *Rhizophagus*.

Nenhuma das espécies de fungos micorrízicos arbusculares foi encontrada em todas as distâncias do tronco de bico de pato. Dois morfotipos foram identificados somente até o nível de gênero, *Acaulospora* sp. e *Glomus* sp. O gênero *Glomus* foi o mais recuperado, sendo responsável por 64 % dos esporos identificados. As espécies com menor ocorrência foram *Paraglomus occultum* e *Rhizophagus diaphanus*, com recuperação de um esporo de cada espécie.

O maior número de registros de esporos de micorrizas arbusculares foi encontrado nas amostras mais distantes do tronco da árvore (1,5 e 2,0R) de bico de pato, assim como a maior diversidade de espécies. Não houve diferença estatística na quantidade de esporos recuperada nas quatro distâncias das árvores de bico de pato (Tabela 6).

Nos solos amostrados próximos à orvalheira (sob a copa ou próximo a ela) identificou-se nove morfotipos de esporos de fungos micorrízicos arbusculares nas amostras de solos coletadas, sendo que três foram identificados até o nível de gênero. Os esporos encontrados foram distribuídos entre os gêneros *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus* e *Rhizophagus*. Os gêneros *Acaulospora* (4) e *Glomus* (3) tiveram o maior número de morfotipos, enquanto foram identificadas apenas duas espécies dos gêneros *Gigaspora* e *Rhizophagus*. O maior número de registros, assim como número de espécies ocorreu na menor (0,5R) e maior (2,0R) distância do tronco de orvalheira.

O gênero *Glomus* foi considerado o de maior expressividade, por ter sido responsável por 70 % dos esporos encontrados a diferentes distâncias da copa de orvalheira. Semelhante ao verificado para as outras árvores, não houve diferença na densidade de esporos de micorrizas arbusculares recuperada nas quatro distâncias das árvores de orvalheira (Tabela 6).

Discussão

Conhecimento tradicional sobre uso de árvores nativas em pastagens

Tradição

Os resultados apresentados demonstram que as famílias agricultoras entrevistadas possuem percepção ambiental aguçada e critérios definidos de manejo da pastagem arborizada. O conhecimento tradicional pode fornecer subsídios essenciais para a construção de agroecossistemas mais adequados às

diversidades social, econômica e biológica local. O melhor entendimento sobre os inúmeros benefícios das árvores nas pastagens exige mais pesquisas em diálogo contínuo com as famílias agricultoras (ALVES et al., 2010).

Ramirez-Marcial et al. (2012) realizaram pesquisa junto às comunidades agricultoras na Região do Vale do Chiapas, México, com características semelhantes às do presente estudo, pois possuem como principal atividade a produção de café em sistema agroflorestal e veem na pecuária um complemento para a alimentação da família e renda, o que contribuiu na soberania alimentar da família agricultora. Sendo importante para a agricultura familiar a diversificação da produção.

A diversificação da produção, critério apontado como importante para a seleção das espécies a serem consorciadas, possibilita a maior disponibilidade de madeira para construção, moirões para manutenção de cercas nas pastagens, lenha e sombra, bem como para o ecossistema, tal como aumento do estoque de carbono e conservação genética da vegetação nativa, conservação do solo e da água, além de formar corredores que facilitam trânsito de animais silvestres (CARNEIRO et al., 2017). Com isso, protege os agricultores de variações econômicas, sociais e ecológicas.

Mas não é só a família, é bom para toda a sociedade, pela diminuição do gasto com a compra de fertilizantes, pelo estímulo à ciclagem de nutrientes, redução dos impactos do efeito estufa pela colaboração no sequestro de carbono e no microclima gerado pela presença de espécies arbóreas (PIGNATARO et al., 2016).

Entretanto, legislação e políticas públicas muito restritivas sobre a utilização da vegetação nativa podem gerar uma erosão do conhecimento tradicional das famílias agricultoras, pois o conhecimento tradicional é gerado e mantido com o uso cotidiano. Sem que as famílias agricultoras possam usufruir racionalmente dos bens florestais, a floresta é vista como um empecilho ao

desenvolvimento e à produtividade, e, em alguns casos, a regeneração de árvores nas pastagens é suprimida para evitar problemas com a fiscalização ambiental (RUSCHEL et al., 2003).

Formação das pastagens

Assim como ocorreu nas áreas do presente estudo, Garcia et al. (2015) relatam que, na região de Bajo Mixe no México, a mata nativa foi derrubada para dar lugar ao plantio de culturas agrícolas anuais como milho, feijão e arroz, chamadas também de “lavouras brancas”. Posteriormente, com a queda da produtividade, a lavoura foi substituída pela pastagem. As árvores nativas foram mantidas vivas no momento da derrubada da mata ou tiveram o seu desenvolvimento franqueado durante o cultivo das lavouras brancas, compondo mais tarde a pastagem, sem sofrer tantos danos pela predação do gado bovino durante os estágios iniciais de crescimento.

Há semelhança entre as estratégias utilizadas no manejo de pastagens por agricultores da Zona da Mata Mineira e indígenas mexicanos. Pignataro et al. (2016) relatam que a maioria das pastagens nas comunidades indígenas são manejadas com base no conhecimento tradicional sobre as espécies nativas, fazendo o manejo da regeneração natural das árvores e selecionando as espécies de sua preferência. As comunidades do estudo desses autores também não usam fogo e fertilizantes industrializados no manejo das pastagens. Elas mantêm grande quantidade de árvores nativas isoladas dispersas na pastagem, como estratégia de manejo da fertilidade do solo, atenuação do efeito de adversidades climáticas e obtém produtos diversos dessas árvores, com destaque para a madeira, ao contrário, assim como na Zona da Mata, das pastagens de latifundiários adjacentes, onde a predominância é de monocultivo de capim.

Assim, sistemas silvipastoris, como o do presente estudo, com base no conhecimento tradicional, podem ser uma opção viável para o desenvolvimento

de sistemas diversificados de utilização dos recursos que aumentam a economia de famílias de agricultores, protegem os recursos naturais e permitem melhor resiliência dos sistemas agroecológicos às mudanças climáticas nos níveis locais, regionais e globais (PIGNATARO et al., 2016).

Os autores Ramires-Marcial et al. (2012) afirmam que o estabelecimento das árvores no sistema silvipastoril é favorecido pela baixa densidade animal nas áreas em torno de 0,8 animais/ha, inferior à observada no presente estudo (variando entre 2 e 2,7 animais/ha). A maior densidade animal provavelmente dificulta a regeneração natural das árvores pelo pisoteio e predação do gado. Em caso de maior densidade animal, a melhor estratégia para introdução das árvores talvez seja a retirada temporária dos animais da área ou o cercamento das espécies arbóreas.

Ainda, como observado durante as visitas às famílias de Divino e Araponga, há grande preocupação com o fornecimento de alimento aos animais no cocho para que não haja superpastejo e degradação da pastagem e com isso a regeneração natural das árvores também é facilitada. A rotação dos animais em período entre 15 a 30 dias, diferente do presente estudo em que a maioria dos agricultores não rotacionam o pastoreio, pois possuíam apenas uma área de pastagem contínua, também facilita o estabelecimento das árvores (RAMIREZ-MARCIAL et al., 2012).

A pesquisa realizada por Esquivel et al. (2009) em Nicarágua encontrou resultados similares sobre a formação dos sistemas silvipastoris com os relatos das famílias de Araponga e Divino-MG. O estabelecimento das árvores é oriundo da regeneração natural. No estudo de Esquivel et al. (2009), existe uma maior diversidade entre as árvores adultas do que entre as árvores jovens, provavelmente as primeiras árvores dessas pastagens são remanescentes de antigas áreas florestais que deram lugar às pastagens. Assim, as árvores adultas não passaram pela predação do gado bovino na fase juvenil, enquanto a menor

diversidade entre as árvores jovens pode ser um indicativo de que a maioria da regeneração das espécies é predada na fase juvenil, restando apenas as espécies que apetece menos ao gado ou possuem propágulos em maior quantidade.

Escolha das árvores

Pignataro et al. (2016) relatam que os principais critérios para a escolha das espécies arbóreas utilizadas nas pastagens por indígenas mexicanos foram a produção de madeira, principalmente, para a construção de casas, móveis e currais para o gado e para lenha. Ao contrário do presente estudo, a etnia indígena Chol Maya não relatou utilizar árvores na suplementação da alimentação animal. Entretanto, os autores Pignataro et al. (2016) advertem que é importante a utilização de árvores para alimentar os animais, principalmente nos períodos de clima seco do ano, quando a forragem é mais escassa.

No estudo desses mesmos autores, relatam ainda que os indígenas Chol Maya selecionam as árvores mais interessantes de acordo com suas necessidades e conhecimento, enquanto elas estão na fase juvenil, devido à facilidade para eliminar o indivíduo e que a principal dificuldade para o estabelecimento das árvores nas pastagens é a competição com o capim. Mostrando que as comunidades tradicionais possuem estratégias de manejo que demandam o mínimo de energia, obtendo resultados satisfatórios.

O estudo de Ramirez-Marcial et al. (2012) também tem em comum com o estudo aqui apresentado o uso de árvores, principalmente leguminosas, nas pastagens com extração de lenha, madeira para construção, forragem para os animais no período mais seco do ano. Além disso, mencionaram um uso não citado pelos agricultores do presente estudo, que foi a extração de galhos de árvores leguminosas para uso como adubo nas lavouras de milho, feijão e de café.

Assim como no presente estudo, no levantamento de Esquivel et al. (2009), a maioria das árvores presentes nas pastagens possuem utilidades nas propriedades rurais estudadas, indicando a seleção humana no momento da manutenção/capina seletiva da pastagem, tendo seus principais usos na produção de frutos e de madeira para lenha e construções ou como forrageira. Os autores apontam em seu estudo a predominância de dez espécies arbóreas nas pastagens estudadas e que, para uma maior diversidade das pastagens, maiores cuidados devem ser tomados com as árvores jovens. No entanto, as espécies com regeneração limitada eram espécies clímax, intolerantes à insolação na fase de plântula, sem utilidades definidas pelas famílias agricultoras, sendo provavelmente espécies mantidas na pastagem durante o desmatamento da floresta ou fruto de regeneração natural na época de cultivo de lavouras anuais (ESQUIVEL et al., 2009).

Com isso, é possível indicar que, mesmo existindo a preservação de várias espécies de árvores nas pastagens, também é essencial a existência de áreas como a Reserva Legal (RL) e as Áreas de Preservação Permanente (APP) na propriedade rural, para que não haja uma redução das espécies da propriedade, favorecendo apenas as espécies pioneiras e inexistência de espécies clímax. Apesar de ser positiva a valorização das árvores das pastagens pelas famílias agricultoras, pela produção de sombra, frutos, adubo, lenha, madeira para construção e moirões, com o tempo há uma tendência de redução da diversidade de espécies arbóreas nas pastagens para aquelas que as famílias consideram úteis, sendo novamente levantada a importância dos fragmentos florestais da Reserva Legal e Área de Preservação Permanente como provedores de propágulos que mantenham a diversidade (GARCIA et al., 2015).

Na literatura, também é possível encontrar trabalhos que apontam a multifuncionalidade das árvores (ANDRADE et al., 2002), como proteção para os animais e para as forragens nos momentos de excesso de temperatura

(SOUSA et al., 2007); manutenção da diversidade animal e vegetal dos ecossistemas, servindo como corredores ecológicos (CARVALHO et al., 2001); diminuição da degradação das pastagens e; diminuição da pressão sobre os remanescentes florestais em busca de madeira para construções e lenha e para a constituição de novas pastagens (SOUZA et al., 2010); melhoria da qualidade da forragem e fertilidade do solo (CARVALHO et al., 1995; PACIULLO et al., 2007), dentre outros.

Manejo das árvores

Garcia et al. (2015) encontraram sete espécies que se destacaram nas pastagens estudadas pelo grande potencial para a regeneração, sendo resistentes ao pisoteio do gado e por crescerem rapidamente. Segundo estes autores as espécies pioneiras podem precisar apenas de alguns meses de “descanso” da predação do gado para se estabelecerem na pastagem. Essa afirmação corrobora, em partes, com as informações fornecidas pelos (as) agricultores (as) do presente estudo, que afirmam que, no período chuvoso há mais disponibilidade de forragem, sejam gramíneas ou plântulas, arbustos e árvores, assim as plântulas tem chance de romper a predação do gado e serem recrutadas para se tornarem uma árvore do sistema silvipastoril. Entre as espécies mantidas nos sistemas estudados, está a *Dalbergia nigra*, mostrando que até mesmo espécies climáticas podem encontrar condições favoráveis para se estabelecer ou permanecer em pastagem.

Os (as) agricultores (as) entrevistados (as) costumam utilizar a madeira das árvores adultas, que possuem indivíduos jovens na pastagem em condição de substituí-las. Esse conhecimento pode ser complementado pelo levantamento de Garcia et al. (2015), que afirmam que árvores pioneiras possuem maior capacidade de desenvolver-se na pastagem passando por todas as fases de desenvolvimento, desde plântula, juvenil até planta adulta, enquanto as plantas

clímax tendem a deixar de existir na pastagem ao longo do tempo, por terem crescimento mais lento, serem menos tolerantes à luminosidade e não suportarem o pisoteio e pastoreio do gado. Os autores alertam, também, para a importância do piqueteamento (divisão) da pastagem em mais de uma parcela e menor adensamento de gado, para que as árvores tenham chance de se estabelecer e seja criado um ciclo mais sustentável de colheita de árvores e recrutamento de novos indivíduos daquela espécie para substituir a que foi colhida.

As três espécies estudadas foram indicadas pelas famílias de agricultores por atenderem, se não todos, pelo menos alguns critérios de compatibilidade com pastagens.

Qualidade da forragem

Nos dados do presente estudo não houve melhoria à quantidade e qualidade da forragem pelo consórcio com as árvores nativas. É comum proprietários rurais terem resistência à manutenção de árvores na pastagem, dentre outros motivos, por medo de que as árvores possam prejudicar a pastagem, o que não é real, desde que haja critérios no momento da escolha das árvores que atendam às expectativas dos(as) agricultores e agricultoras na construção do ecossistema pastagem (ANDRADE et al., 2002).

A umidade do capim sob jacarandá caviúna teve médias similares tanto na área sob influência da copa quanto nas mais distantes. Assim como não foram observados incrementos na matéria seca e no teor de N da forragem pela introdução de árvores de jacarandá. Isso pode ser explicado pelas dimensões de altura e diâmetro à altura do peito (DAP), que ainda eram pequenas no momento da coleta (Tabela 1), não sendo ainda capaz de gerar alterações na forragem, mesmo tendo a coleta sido realizada no período mais seco do ano.

Sob a espécie orvalheira, foi verificada maior umidade da forragem próxima da copa da árvore. As dimensões médias de altura e DAP das árvores indicam a maturidade das árvores e suas copas são mais densas, o que provavelmente faz com que seja criado microclima mais favorável à manutenção da umidade sob a copa.

Assim como no presente estudo, Silva et al. (2008), estudando outras espécies arbóreas leguminosas (albizia: *Pseudosamanea guachapele*, olosericea: *Acacia holosericea*, jurema branca: *Mimosa artemisiana* e jurema preta: *Mimosa tenuiflora*), não verificou prejuízo a quantidade de forragem (*Urochloa brizantha*) pelo consórcio com as espécies arbóreas. Ao contrário de Oliveira et al. (2005), o presente estudo indica que não houve competição por N entre as espécies arbóreas e a forragem, já que os teores de N na forragem não sofreram alteração nas diferentes distâncias das árvores ou foram maiores sob a copa das árvores de bico de pato. Nos estudos de Oliveira et al. (2005), a forragem a pleno sol possuía maior quantidade de nitrogênio do que as amostras de forragem sob a copa de baru (*Dypterix alata*) e pequi (*Caryocar brasiliense*), duas espécies que não são capazes de fixar N atmosférico, embora o baru seja leguminosa.

Andrade et al. (2002) também constataram maiores teores de nitrogênio na forragem sob árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense*) do que em forragem a pleno sol. Assim, o sombreamento moderado de gramíneas pode melhorar a pastagem sem alterar ou podendo melhorar a qualidade nutricional da forragem (CARVALHO et al., 1994; CARVALHO et al., 1995; PACIULLO et al., 2007).

Característica químicas do solo

As análises químicas de rotina dos solos indicam que não houve maior disponibilidade de nutrientes ou alteração significativa de atributos relacionados

à fertilidade do solo pelo consórcio das três espécies nativas jacarandá caviúna, bico de pato e orvalheira com pastagem. Assim, refuta de forma clara a ideia generalizada de que todas as árvores prejudicam e competem com a pastagem, causando prejuízo (ANDRADE et al., 2002).

Assim como em nosso estudo, Dias et al. (2006) não encontrou diferenças nas médias do pH e da maioria dos nutrientes avaliados em amostras de solo coletado em diferentes distâncias do tronco de jacarandá caviúna. Entretanto, encontrou maiores teores de P, K e Ca nas amostras de solo coletadas sob a copa de jacarandá caviúna.

D. nigra foi apontada como compatível com o café nos estudos de Souza et al. (2010). Assim como para o café, *D. nigra* também é compatível com pastagens por atender aos critérios de produtora de biomassa, o que favorece a ciclagem de nutrientes, não necessita de podas constantes para evitar que abafe as plantas consorciadas com ela, o que evita mão-de-obra e é uma espécie multifuncional, pois sua madeira é utilizada pelos agricultores para construção e como lenha, além de que o néctar de suas flores alimenta abelhas e atrai insetos benéficos (SOUZA et al., 2010).

A maior umidade nas amostras de solos mais próximas das árvores de bico de pato provavelmente se deve à copa densa da espécie, que diminui a amplitude térmica e cria um microclima mais favorável à conservação da umidade do solo do que jacarandá caviúna, que possui copa menos densa. Esses dados são similares aos encontrados por Soares et al. (2009), onde a umidade do solo também foi maior próximo as árvores de pinus.

O incremento nos teores de MO, Mg, soma de bases e umidade do solo mais próximo da árvore de orvalheira, possivelmente ocorreu devido a capacidade das raízes dessa espécie acessar nutrientes de camadas mais profundas do solo e melhorar a ciclagem dos mesmos, fixar o N atmosférico, e pelo microclima criado pela copa densa, que favorece a umidade do solo ao

longo do tempo, e com isso favorece a decomposição da serapilheira e absorção dos nutrientes. Assim como na interação da orvalheira com o solo, Martinez et al. (2014) verificaram maiores valores de alguns parâmetros da qualidade do solo, pH, MO, Ca e K, sob as árvores de *Guazuma ulmifolia* e *Cassia grandis* em relação ao solo de monocultivo de forragem, e também não houve diferença entre as amostras de solo quanto aos teores de alguns nutrientes do solo, como o potássio.

A ausência de diferenças estatísticas entre a maioria das amostras mais próximas e mais distantes das árvores também pode ser interpretada como uma prova da capacidade dessas espécies nativas para suprir as próprias necessidades sem gerar um déficit na qualidade e disponibilidade de nutrientes do solo, com uma consequente competição com a forragem. Seguindo aos critérios das famílias agricultoras entrevistadas, pode-se até sugerir que as espécies bico de pato e orvalheira devem ser indicadas para ambientes com maior disponibilidade de luminosidade solar e menor disponibilidade de água, por ter uma copa mais densa e que mantém a umidade do solo e melhora algumas características do solo. Já o jacarandá caviúna seria mais recomendado para ambientes de menor luminosidade, por ter a copa menos densa e, independente da disponibilidade luminosa, a árvore geraria o benefício da produção de madeira.

Fungos Micorrízicos Arbusculares

A quantidade média de esporos em todas as distâncias das três espécies variou entre a média mínima de 130 esporos de FMAs na distância de 1,0 R de orvalheira (sob a projeção da copa) e a média máxima de 366 esporos na distância de 2,0 R de bico de pato (fora da projeção da copa). O número de esporos encontrados foi maior do que em outros estudos como o de Fernandes et al. (2016) que encontraram uma média de 176 esporos em solo sob diferentes

tipos de uso no bioma Cerrado, ou similar para uso da terra por pastagens (277 esporos). Fernandes et al. (2016) consideram a média de 277 esporos como alta.

Quando comparados aos dados de Ferreira et al. (2012), a média do número de esporos em todas as distancias das três espécies foram superiores à média de 83 esporos encontrados pelos autores em solo de pastagem. O estudo de Silva (2013), avaliando a influência da espécie nativa *Sesbania virgata* sobre as características microbiológicas do solo, considerou a quantidade de esporos entre 25 e 85 por amostra de solo sob essa árvore como alta, permitindo assim que consigamos extrapolar que a quantidade de esporos de FMAs encontrados nos presentes dados foi alta.

Portanto, a quantidade de fungos micorrizicos arbusculares encontrados nos solos aqui estudados podem ser considerados altos em especial aqueles sob a copa ou próximo delas. Na pesquisa de Vallejo et al. (2012) foi observada maior atividade de FMAs em solo de sistema silvipastoril com árvores de algaroba (*Prosopis juliflora*) do que em solo de monocultivo de forragem. Vallejo et al. (2012) compararam solos de sistemas agroflorestais onde havia o consórcio de algaroba e forragem, monocultivo de forragem e de floresta nativa e perceberam significativa similaridade entre a atividade microbiana do SAF e a floresta nativa, do que destes com o monocultivo de forragem.

Reis et al. (2010) afirmam que maiores efeitos pela utilização de árvores em sistemas silvipastoris são encontrados em solos degradados. Assim, podem não ter sido percebidas grandes diferenças entre a quantidade de FMAs do solo mais próximos do tronco da árvore deste estudo e a área mais distante da árvore, pelo solo das pastagens estar em boas condições. A ausência de efeitos também pode ter ocorrido pela distância 2,0R não ser suficiente para isolar o efeito da árvore sobre a pastagem, indicando a necessidade de outros estudos utilizando maiores distancias das árvores como controle.

Foi possível verificar grande diversidade de espécies de FMAs associados ao ecossistema pastagem, pois apenas uma espécie (*Glomus macrocarpum*) foi encontrada nos três sistemas silvipastoris. Houve maior singularidade nas espécies de FMAs encontradas na pastagem associada ao jacarandá caviúna, tendo somente uma espécie que foi encontrada nos outros sistemas. Enquanto no caso das pastagens associadas com as árvores de bico de pato e orvalheira, foi detectada maior similaridade, com cinco espécies ocorrendo nas duas pastagens (*Acaulospora longula*, *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus bastonete*, *Glomus macrocarpum* e *Rhizophagus diaphanus*).

Em concordância com o presente estudo, os gêneros *Acaulospora*, seguido de *Glomus* foram os de maior ocorrência na identificação das amostras coletadas nos estudos de Ferreira et al. (2012), analisando diferentes usos do solo, como plantio direto, mata ciliar, borda da mata, pastagem e área desmatada. As espécies de esporos de fungos arbusculares recuperados estão em consonância com o estudo realizado em vários municípios das regiões mineiras do Campo das Vertentes e Sul de Minas, pois dentre as três espécies encontradas na pastagem consorciada com jacarandá caviúna, duas também foram encontradas no estudo de Silva (2013). Já na pastagem sob influência da espécie bico de pato, somente duas dentre as seis espécies de FMAs encontradas são similares às encontradas no estudo de Silva (2013), enquanto no caso da pastagem consorciada com orvalheira, três dentre as seis espécies de FMAs recuperadas são similares ao estudo de Silva (2013).

Isso é um indício da versatilidade destes gêneros, já mencionada em estudos anteriores, podendo também ser uma explicação para não ter havido grandes diferenças na diversidade e densidade de esporos nas diferentes distâncias das árvores. No estudo de Ferreira et al. (2012), foram encontradas onze espécies de FMAs no solo de pastagem, enquanto no presente estudo foram encontradas uma média de nove espécies de FMAs no entorno de cada uma das

três árvores. Entretanto, somente três espécies de FMAs encontradas no presente estudo coincidem com o estudo mencionado (*Glomus macrocarpum*, *Scutelospora heterogama* e *Acaulospora scrobiculata*).

\

Conclusão

As famílias de Araçá e Divino estudadas nesse trabalho utilizam como critério de escolha de árvores para consórcio com pastagem os benefícios que estas geram para o funcionamento da propriedade como um todo. As famílias utilizam aquelas espécies que podem gerar melhoria para a beleza da propriedade rural, conservação ambiental, disponibilidade de alimento, geração de renda e conservação da cultura local relacionada ao aproveitamento de espécies arbóreas nativas.

Não foi verificada melhoria para a maioria dos parâmetros avaliados das forragens pelo consórcio com as três espécies arbóreas, *Dalbergia nigra*, *Machaerium nycitans* e *Machaerium stipitatum*. Mas houve melhoria no teor de N da forragem sob a copa de *M. nycitans* e na umidade da forragem sob a copa de *M. stipitatum*. As características dos solos sob as copas das árvores foram similares ou melhores do que dos solos fora das copas delas. Houve incremento na umidade do solo mais próximo de *M. nycitans* e *M. stipitatum* e sobre os teores de Mg e soma de bases do solo sob a copa de *M. stipitatum*. O número de esporos e diversidade de micorrizas nos solos em geral foram altas.

Os estudos confirmam a indicação dos agricultores de que as espécies *Dalbergia nigra*, *Machaerium nycitans* e *Machaerium stipitatum* são compatíveis com as pastagens.

Bibliografia

ALVES, A. G. C.; PIRES, D. A. F.; RIBEIRO, M. N. Conhecimento local e produção animal: uma perspectiva baseada na etnozootecnia. **Archivos Zootecnicos**, v. 59, p. 45-56. 2010.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) em Ecossistemas de Pastagens Cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 574-582, 2002.

BEVILACQUA, P.D. **Produção animal integrada a sistemas de produção agroecológicos e orgânicos na agricultura familiar**. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Veterinária, 39p, 2008. (Projeto FAPEMIG).

BIGARDI et al. Sistemas agroflorestais: fonte de alimentos para o manejo de bovinos. **VII Congresso Brasileiro de Agroecologia**. Fortaleza. 2011. 5p.

BOTREL, R.T.; RODRIGUES, L.A.; GOMES, L.J.; CARVALHO, D.A.; FONTES, M.A.L. Uso da vegetação nativa pela população nativa do município de Ingaí, MG, Brasil. **Acta Bot. Bras.** v. 20, n. 1, p. 143-156, 2006.

BRASIL. Portaria n.006/92-N, de 15 de janeiro de 1992. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 jan. 1992. p.870-872.

CARDOSO, I. M.; GUIJT, I.; FRANCO, F. S.; CARVALHO, A. F.; FERREIRA NETO, P. S. Continual learning for agroforestry system design: university, NGO, and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. **Agricultural system**, n. 69, p. 235-257, 2001.

CARDOSO, I. M.; BODDINGTON, C.; JANSSEN, B. H.; OENEMA, O.; KUYPER, T. W. Distribution of mycorrhizal fungal spores in soils under agroforestry and monocultural coffee systems in Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 58, p. 33-43, 2003a.

CARDOSO, I. M., MEER, P. V.; OENEMA, O.; JANSSEN, B. H.; KUYPER, T. W. Analysis of phosphorus by ³¹P NMR in Oxisols under agroforestry and conventional coffee systems in Brazil. **Geoderma**, v. 112, p. 51-70, 2003b.

CARNEIRO, J. J.; CARDOSO, I. M.; DA SILVA, A. L. M. S.; FERRARI, L. T.; PONTES, L. M.; FERNANDES, R. B. A.; DE CARVALHO, A. F.;

FERNANDES FILHO, E. I. Agricultores Afirman: Água Aumenta Com Transição Agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/download/16802/12661>>. Acesso em: 3 out. 2017.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ALMEIDA, D. S.; VILLAÇA, H. A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem em pastagens de braquiária. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 5, 709-718, 1994.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas tropicales**, v. 17, p. 24-30, 1995.

CARVALHO, M. M., XAVIER, D. F., ALVIM, M. J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para associação com pastagens**. EMBRAPA Gado de Leite, 2001, 24p.

CENTENO, A. J. **Curso de estatística aplicada à biologia**. Coleção didática, 1990. 188p.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; FRANCO, A. A. EMBRAPA. 2005. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 10. Leguminosas Arbóreas – Influência na Produção de Fitomassa e Nutrientes do Capim Survenola.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S.; MOREIRA, J.F.; POLIDORO, J.C.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **Pasturas Tropicales**, v. 28, n. 2, p. 8-17, 2006.

DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; STIJEN, T.; MENDONÇA, M. A. F. C.; COELHO, M. S.; CANTARUTTI, R. B.; KUYPER, T. W.; VILLANI, E. M. A.; MENDONÇA, E. S. Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 87, p. 835-847, 2013.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

ESQUIVEL, M.J.; HARVEY, C.A.; FINEGAN, B.; CASANOVES, F.; SKARPE, C.; NIEUWENHUYSE, A. Regeneracion natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua. **Agroforestria en las Américas**, v. 47, p. 76-84, 2009.

FERNANDES, J.M.; GARCIA, F.C.P.; SIQUEIRA, L.C.; MAROTTA, C.P.B. Leguminosae em fragmentos de floresta estacional semidecidual, Araponga, MG: árvores e lianas. **Hennea**, v. 38, n. 1, p. 9-29, 2011.

FERNANDES, R.A.; FERREIRA, D.A.; SAGGIN-JUNIOR, O.J.; STURMER, S.L.; PAULINO, H.B.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Occurrence and species richness of mycorrhizal fungi in soil under different land use. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 96, p. 1-10, 2016.

FERREIRA, D.A.; CARNEIRO, M.A.C.; SAGGIN-JUNIOR, O.J. Fungos micorrizicos arbusculares em um latossolo vermelho sob manejos e usos no cerrado. **Revista Brasileira de Ciencias do Solo**, v. 36, p. 51-61, 2012.

FERREIRA, L. C. B.; MACHADO FILHO, L. C. P. HOETZEL, M. J.; LABARRERE, J. G. O efeito de diferentes disponibilidades de sombreamento na dispersão das fezes dos bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 137-146, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico**. Instituto de Botânica, 1989. 61p.

FONTES, M. A.; RIBEIRO, G. T.; SIQUEIRA, E. R.; SIQUEIRA, P. Z. R.; RABANAL, J. E. M. Sistema agroflorestal sucessional como estilo produtivo para agricultura familiar em território de identidade rural, em Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 8, n. 2, p.112-120, 2013.

FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FERNANDES, E. I.; SILVA, E.; NETO, J. A. A. M. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

FREITAS, A. F.; PASSOS, G .R.; FURTADO, S. D. C.; SOUZA, L. M.; ASSIS, S. O.; MEIER, M.; SILVA, B. M.; RIBEIRO, S.; BEVILACQUA, P. D.; MANCIO, A. B.; SANTOS, P. R.; CARDOSO, I. M. Produção animal

integrada aos sistemas agroflorestais: necessidades e desafios. **Revista Agriculturas** (www.agriculturas.org.br) v. 6, p. 30-35, 2009.

GARCIA, J.A.; MÉNDEZ, S.J. Estructura diamétrica de árboles en potreros de la región Bajo Mixe, Oaxaca. **Teoría y Praxis**, v. 18, p. 131-151, 2015.

GEILFUS, F. **Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y Evaluación**. Ed. San José, IICA, 2002. 217 p.

GERDERMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* extracted from soil by wet sieving and decanting. **Trans. Brit. Mycol. Soc.** v. 46, p. 235-244, 1963.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 692, 1964.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Revista Geonomos**, v. 5, n. 1, 1997. Disponível em: <<http://general.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/187>>. Acesso em: 3 out. 2017.

MARTÍNEZ, J.; CAJAS, Y.S.; LEÓN, J.D.; OSORIO, N.W. Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 1, p. 1-8, 2014.

MEIRA JUNIOR, M.S.; PEREIRA, I.M.; MACHADO, E.L.M.; MOTA, S.L.L.; OTONI, T.J.O. Espécies potenciais para recuperação de áreas de floresta estacional semidecidual com exploração de minério de ferro da serra do espinhaço. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 283-295, 2015.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Editora UFV, 2005. 107 p.

OLIVEIRA, M.E.; LEITE, L.L.; FRANCO, A.C.; CASTRO, L.H.R. Efeito de duas espécies nativas de árvores sobre as propriedades do solo e forragem de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Pasturas Tropicais**, v. 27, n. 1, p. 51-56, 2005.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PEÑA, D.F.M. **Matéria orgânica e nutrientes de solos em sistemas silvipastoris**. 2015. 65 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PIGNATARO, A.G.; TACHER, S.I.L.; RIVERA, J.R.A.; TORAL, J.N.; ESPINOSA, M.G.; CARMONA, N.R. Silvopastoral systems of the Chol Mayan ethnic group in Southern Mexico: Strategies with a traditional basis. **Journal of Environmental Management**, v. 181, p. 363-373, 2016.

POPE, C.; MAYS, N. **Pesquisa qualitativa na atenção à saúde**. Artmed, 2009. 172 p.

RAMÍREZ-MARCIAL, N.; RUEDA-PÉREZ, M.L.; FERGUSON, B.G.; JIMÉNEZ-FERRER, G. Caracterización del sistema agrosilvopastoril em la Depresión Central de Chiapas. **Avances em Investigación Agropecuaria**, v. 16, p. 7-22, 2012.

REIS, G.L.; LANA, A.M.Q.; MAURÍCIO, R.M.; LANA, R.M.Q.; MACHADO, R.M.; BORGES, I.; QUINZEIRO NETO, T. Influence of trees on soil nutrient pools in a silvopastoral system in the Brazilian Savannah. **Plant Soil**, v. 329, p. 185-193, 2010.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

RUSCHEL, A.R.; NODARI, S.E.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguai, SC. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 153-166, 2003.

SAMPAIO, A.B. **Restauração de florestas estacionais deciduais de terrenos planos no norte do Vão do Rio Paranã, GO**. 2006. 122 p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília.

SCHENCK, N. C.; PEREZ, Y. **Manual for identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi**. INVAM, 1988. 322 p.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SILVA, K. B. **Características químicas, físicas e biológicas de solos sob *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** 2013. 124 p. Tese (Mestrado em Solos). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A.S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; MIRANDA, C.H.B.; FRANCO, A.A. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistemas silvipastil. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/629717/brachiaria-brizantha-cv-marandu-em-sistema-silvopastoril> >

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUSA, L. F., MAURÍCIO, R. M., GONÇALVES, L. C., SALIBA, E. O. S., MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiária brizantha* cv. Marandu em um sistema silvopastoril. **Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec.**, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, 2007.

SOUZA, H. N. **Sistematização da experiência participativa com sistemas agroflorestais: Rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata mineira.** 2006. 145 p. Tese (Mestrado em Solos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, H. N.; CARDOSO, I. M.; FERNANDES, J. M.; GARCIA, F. C. P.; BONFIM, V. R.; SANTOS, A. C.; CARVALHO, A. F.; MENDONÇA, E. S. Selection of native trees for intercropping with coffee in the Atlantic Rainforest biome. **Agroforestry Systems**, v. 80, p. 1-16, 2010.

SOUZA, H.N.; GOEDE, R.G.M.; BRUSSAARD, L.; CARDOSO, I.M.; DUARTE, E.M.G.; FERNANDES, R.B.A.; GOMES, L.C.; PULLEMAN, M.M. Protective shade, tree diversity and soil properties in coffee agroforestry systems in the Atlantic Rainforest biome. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 146, p. 179-196, 2012.

TOSETTO, E. M.; CARDOSO, I. M.; FURTADO, S. D. C. A importância dos animais nas propriedades familiares rurais agroecológicas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n.3, p. 12-25, 2013.

VALLEJO, V.E., ARBELI, Z.; TERÁN, W.; LORENZ, N.; DICK, R.P.; ROLDAN, F. Effect of land management and *Prosopis juliflora* (Sw.) DC trees on soil microbial community and enzymatic activities in intensive silvopastoral systems of Colombia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 150, p. 139-148, 2012.

VIVAN, J.L. **Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital**. Livraria e editora agropecuária, 1998. 207p.

XAVIER, F. A. S.; ALMEIDA, E. F.; CARDOSO, I. M.; MENDONÇA, E. S. Soil phosphorus distribution in sequentially extracted fractions in tropical coffee-agroecosystems in the Atlantic Forest biome, Southeastern Brazil. **Nutr. Cycl. Agroecosyst**, v. 89, p. 31-44, 2011.

ARTIGO 2

**Benefícios de árvores de ingá (*Inga edulis*) consorciadas com
pastagem**

Manuscrito em preparação para a publicação em periódico científico.

BENEFÍCIOS DE ÁRVORES DE INGÁ (*Inga edulis*) CONSORCIADAS COM PASTAGEM

Resumo - O Brasil é um dos maiores produtores de carne bovina do mundo e a maioria dessa carne é produzida em pastagens degradadas. O uso de árvores nativas pode melhorar esse panorama. A espécie arbórea leguminosa nativa ingá (*Inga edulis*) possui ampla distribuição natural no território brasileiro, sendo incorporada ao sistema produtivo por agricultores agroecológicos por produzir frutos saborosos, biomassa utilizada como adubo verde, ser rústica e capaz de estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. Por isso, foi conduzido estudo com o objetivo de avaliar o efeito de árvores de ingá sobre pastagem no município de Carrancas-MG. Foram avaliadas algumas características sob e fora da projeção da copa de ingá como a quantidade e umidade da forragem; umidade e composição química do solo; densidade e diversidade de micorrizas Arbusculares e presença de bactérias nodulíferas. Foram realizadas coletas a campo e conduzido um experimento com plantas isca de ingá em casa de vegetação, seguidas de análises laboratoriais e estatísticas. Não foram verificadas diferenças estatísticas para as características quantidade e umidade da forragem, sob e fora da projeção da copa de ingá. Não há indícios de competição entre o ingá e as forragens pela análise química do solo, e ainda houve aumento do pH, do teor de magnésio, soma de bases e fósforo remanescente nas amostras coletadas mais próximo do tronco de ingá. Não foram verificadas alterações na densidade e diversidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em diferentes distâncias de ingá. Assim como não houve diferença na nodulação e desenvolvimento de mudas cultivadas com solo inóculo de diferentes distâncias de ingá. Desta forma, recomenda-se o consórcio de árvores de ingá com pastagem pelos benefícios verificados no presente estudo e pelos usos múltiplos da espécie.

Palavras-chave: Sistema silvipastoril; Agrofloresta; Leguminosa nodulífera; Adubação verde.

Abstract - Brazil is one of the largest beef producers in the world and most of this meat is produced in degraded pastures. The use of native trees can improve this landscape. *Inga edulis* native legume species has a wide natural distribution in Brazilian territory, being incorporated into the productive system by agroecological farmers for producing tasty fruits, biomass used as green manure, being a rustic species and capable of establishing symbiosis with nitrogen - fixing bacteria. Therefore, a scientific study was conducted with the objective of evaluating the effect of ingá trees on pasture in the municipality of Carrancas/MG. Some characteristics were evaluated under and outside the projection of the canopy as the amount and humidity of the forage; soil moisture and chemical composition; density and diversity of arbuscular mycorrhizae; presence of noduliferous bacteria. Field samples were taken and the experiment was carried out in a greenhouse, followed by laboratory and statistical analyzes. For the statistical analysis the data averages were compared by the scott-nott test. No statistical differences were verified for the quantity and moisture characteristics of the forage under and outside the ingot cup projection. There is no evidence of competition between ingestion and fodder by soil chemical analysis, and there was an increase in pH, magnesium content, base addition and phosphorus remaining in the samples collected closer to the ingá trunk. No changes were observed in the density and diversity of spores of arbuscular mycorrhizal fungi at different ina distances. As well as there was no difference in nodulation and development of seedlings grown with inoculum soil of different distances of ingá. Thus, it is recommended the consortium of ingá trees with pasture for the benefits verified in the present study and for the multiple uses of the species recorded in the bibliography.

Key-words: Silvipastoral system; Agroforestry; Nodular leguminosae

Introdução

As pastagens são responsáveis pela maior ocupação do solo brasileiro e a pecuária está difundida por todo o país, sendo uma atividade de grande importância econômica (ALMEIDA et al., 2013). Em geral, a criação de gado é feita em extensas pastagens com monocultivo de braquiária (*Urochloa* sp.), que é um capim de origem africana. A maioria das pastagens do Brasil está degradada, o que advém da visão de que as pastagens não necessitam de insumos, tecnologias, mão de obra e manejo adequados. Desta forma, torna-se mais difícil a aceitação de novas tecnologias para o manejo das pastagens (DIAS FILHO et al., 2014).

A degradação das pastagens causa perdas na qualidade do solo e da água nas microbacias e pode estimular o desmatamento de novas áreas. A recuperação das pastagens representa um grande desafio, pois exige políticas públicas e uma assistência técnica que compreenda que a superação do problema não passa necessariamente pelo uso de fertilizantes e outros insumos industrializados (LATAWIEC et al., 2017).

Para impedir a degradação e fragmentação ambiental causada pelo monocultivo em pastagens, é necessária a adoção de práticas agrícolas que permitam às famílias agricultoras melhorar sua qualidade de vida, atender às demandas por alimentos e outros produtos e ao mesmo tempo preservar e recuperar remanescentes de vegetação nativa, o que pode ser alcançado com sistemas agroflorestais. Para isso, a inserção de árvores nativas nos sistemas de produção é essencial para estabelecer relações ecológicas em busca da sustentabilidade e equilíbrio (PEZZONI et al., 2012).

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) têm sido apresentados como uma opção para a utilização racional, multifuncional e rentável das áreas cultivadas. Dentre as modalidades de SAFs, os sistemas silvipastoris (SSP) combinam árvores, forragem e pecuária em uma variedade de diferentes espécies e regimes

de manejo, dependendo dos fatores edáficos, econômicos e culturais (SILVA et al., 2008; CUBBAGE et al., 2012; VALLEJO et al., 2012; ALMEIDA et al., 2013).

Os sistemas silvipastoris têm sido recomendados para evitar a degradação ou recuperar pastagens. As árvores favorecem a reciclagem de nutrientes por acessarem camadas mais profundas do solo e disponibilizarem esses nutrientes às espécies forrageiras com a senescência e decomposição das folhas, flores e frutos das árvores (DUARTE et al., 2013). As árvores nas pastagens também evitam o desmatamento de florestas nativas por fornecerem também produtos como madeira, sementes, frutos, podem ter uso medicinal, diminuindo assim a necessidade de produtos dos remanescentes florestais (SOUZA et al., 2012; HERMUCHE et al., 2013). As árvores e arbustos dos sistemas silvipastoris, pelo aumento da diversidade podem contribuir com os organismos do solo, atrair e alimentar animais nativos, pássaros e insetos, que se alimentam dos frutos e auxiliam na dispersão de sementes, bem como auxiliar no controle de insetos danosos (MILERA, 2013; MURGUEITIO et al., 2015).

Os sistemas silvipastoris, como todo sistema agroflorestal multiestratificado, aumentam a eficiência na utilização da energia solar convertendo-a em biomassa vegetal e esta é transformada em carne, leite, madeira e frutos, com aumento da autonomia pela menor dependência de combustíveis fósseis e produtos sintéticos. Esses sistemas contribuem para a geração de serviços ambientais como água com qualidade e quantidade adequadas, conservam a biodiversidade e diminuem os gases do efeito estufa da atmosfera pela fixação de maiores quantidades de carbono na matéria orgânica do solo e nos vegetais lenhosos (MURGUEITIO et al., 2015).

Além disso, favorecem o conforto animal durante o pastejo por diminuir extremos de temperatura e umidade, favorecendo a ingestão de forragem em

relação ao monocultivo de pastagem, por haver maior tempo de pastejo e menor ingestão de água (MILERA, 2013).

O microclima criado pelas árvores também pode aumentar o potencial dos benefícios de microrganismos. A relação das árvores com microrganismos benéficos deve influenciar na escolha da espécie arbórea para consórcio com as forragens. Deve ser dada prioridade para espécies leguminosas pela potencial diminuição no uso de fertilizantes do solo, pois muitas delas fixam nitrogênio atmosférico via simbiose com microrganismos (FERNANDES et al., 2016). A pastagem também pode usufruir do potencial de leguminosas herbáceas como o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) que é uma espécie exótica usada como forrageira devido a rusticidade e capacidade de fixar nitrogênio atmosférico por simbiose (SOARES et al., 2009). Segundo Vallejo et al. (2012), a comunidade de microrganismos benéficos do solo são indicadores da qualidade do solo e do sistema de manejo deste, sendo assim um parâmetro relevante do manejo do solo.

Apesar das estatísticas apontarem pouca criação de rebanhos em sistemas agroflorestais é possível encontrar em várias propriedades rurais a presença de árvores isoladas (ALMEIDA et al., 2013), dentre elas, árvores do gênero *Inga*. Estas árvores isoladas indicam a compatibilidade de árvores que podem ser inseridas em maior densidade nas pastagens, o que tem ocorrido no município de Carrancas (MG). Estas experiências precisam ser sistematizadas, pois podem apontar importantes lições.

As espécies nativas arbóreas do gênero *Inga* são recomendadas por agricultores familiares agroecológicos com experiência em SAFs da Zona da Mata Mineira por serem rústicas, produzirem grande quantidade de biomassa e serem compatíveis com pastagens. Árvores do gênero *Inga* incorporam nitrogênio atmosférico ao solo devido à simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Estima-se que cada árvore de *Inga* pode produzir em torno de 32.8

kg/ano de serapilheira, sendo um total de 140 gramas de N por ano (SILVA et al., 2008; SOUZA et al., 2010; LOJKA et al., 2012; DUARTE et al., 2013).

O ingá de metro (*Inga edulis*) possui ampla distribuição em todo o território brasileiro. Os frutos chegam a quase um metro de comprimento e possuem uma massa branca adocicada que envolve o embrião (sarcotesta), sendo apreciada como alimento humano, pela fauna nativa e doméstica. A *Inga edulis* é utilizada como sombra para lavouras de café, como forragem, cobertura e adubação do solo (SOUZA et al., 2012; FERNANDES et al., 2014). Muitas espécies de ingá são nativas, incluindo *I. edulis*. Além dos benefícios para as pastagens, a inserção de árvores nativas nos sistemas de produção contribui para estabelecer relações ecológicas em busca da sustentabilidade e equilíbrio (PEZZONI et al., 2012).

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da espécie arbórea nativa leguminosa ingá (*Inga edulis*) sobre a qualidade da pastagem, com capim flecha, nativo. O estudo foi conduzido no município de Carrancas (MG).

Metodologia

Local de estudo

O estudo foi realizado no município de Carrancas, na região do Alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais, que possui 3.948 habitantes, coordenadas geográficas -21.48 e -44.59 (Figura 1); clima do tipo Cwb de Köppen, caracterizado por verões úmidos e invernos secos, com temperatura média anual de 19,6 °C e precipitação média anual de 1.517 mm (BOTREL et al., 2006).

Carrancas é formada pelo complexo da Serra de Carrancas e Luminárias. A região é considerada de elevada importância natural por ser uma transição ecológica entre os Biomas Cerrado e Mata Atlântica, sendo apontada por Lima et al. (2011), como uma região de alta vulnerabilidade ambiental e prioritária para a conservação. Especial atenção é dada pelos autores para a vulnerabilidade

do solo da região a processos erosivos, agravado por manter extensas áreas de pastagens, manejadas sem os devidos cuidados conservacionistas. A principal atividade econômica do município é a pecuária leiteira e de corte, e as pastagens são compostas por capins nativos, dentre eles o capim flecha (*Tristachya leiostachya*) (LIMA et al., 2011). A introdução de árvores leguminosas nativas nas pastagens pode compor as práticas conservacionistas necessárias para o correto manejo dos solos da região. E algumas propriedades do município já se pode observar a presença de *Inga edulis*, mas não de forma generalizada.

As árvores de *Inga edulis* estavam consorciadas com as espécies amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), o capim nativo capim flecha (*Tristachya leiostachya*) e a braquiária (*Urochloa* sp.). As árvores de ingá e o amendoim forrageiro foram plantados por meio de mudas no período chuvoso do ano de 2009 pelo agricultor, enquanto o capim braquiária e o capim nativo se propagaram espontaneamente.

O acesso do gado à área de pastagem com ingá e amendoim forrageiro foi impedido por três anos, até que as árvores de ingá estivessem mais altas que o gado. Quando a entrada do gado foi liberada no sistema silvipastoril, ele se alimentou das folhas e frutos de ingá e comeu todos os ramos mais baixos, melhorando o acesso dos raios solares para as herbáceas forrageiras. Atualmente a pastagem é cercada com cerca elétrica e ocorre um revezamento do pastoreio dos animais entre outros piquetes de pastagem para que não haja um esgotamento das forragens herbáceas.

As árvores de ingá foram plantadas em um espaçamento de três metros entre plantas e dez metros entre linhas. Foram escolhidas cinco árvores de ingá para estudo do efeito delas sobre o solo e a forragem. As cinco árvores de ingá tiveram sua altura, diâmetro à altura do peito (DAP) e raio da copa medidos. As médias foram 3,6 m de altura, 0,17 m de diâmetro à altura do peito e 2,38 m de raio da copa.

Efeito das árvores sobre a pastagem

Coleta e análise das forragens

Amostras das forragens foram coletadas em julho de 2015 sob e fora da projeção da copa das árvores, seguindo a orientação na qual as árvores estavam ao menos dez metros de distância entre linhas das plantas. As coletas foram feitas em quatro pontos considerando o raio (R) da copa de cada árvore. As

distâncias sob a projeção da copa da árvore foram: metade do raio da copa, chamado de 0,5R (equivalente a 1,19m), e na extremidade do raio, chamada de 1,0R (equivalente a 2,38m) distante do tronco da árvore. Os dois pontos de coleta fora da projeção da copa foram: uma vez e meia o raio da copa, chamado de 1,5R (3,57m) e duas vezes o raio da copa, chamado de 2,0R (4.76m).

Para a coleta das forragens, foi utilizado um gabarito quadrado de madeira com área de 0,04 m². Sob cada uma das cinco árvores foi realizada análise visual da composição das forragens, havendo uma média de 34% de capim flecha, 21% de capim braquiária e 45% de amendoim forrageiro. Em seguida as forragens na área de 0,04 m² foram cortadas de 3 - 5 cm do solo e coletada a biomassa acima desta altura. A biomassa da parte aérea foi mantida em saco plástico impermeável.

A análise foliar das forragens foi realizada no setor de Microbiologia do Solo e Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras. Foi determinada a biomassa fresca da forragem (MU) e, em seguida, seca em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C durante 72 h. Após a secagem foi determinada a biomassa seca da forragem (MS). Com a subtração da biomassa seca da forragem na biomassa fresca da forragem (MU – MS) foi obtida a umidade do capim (U) (SILVA, 2013).

Coleta e análise dos solos

As amostras de solo foram coletadas em julho de 2015 na profundidade de 0 – 20 cm nos pontos (0,5R; 1,0R; 1,5R; 2,0R) em torno das cinco árvores de ingá (consideradas repetições) com o auxílio de trado holandês. As amostras de solo foram armazenadas em recipientes esterilizados (sacos plásticos). O trado foi limpo e esterilizado (flambado) antes de cada coleta. As amostras de solo foram hermeticamente fechadas e mantidas em câmara refrigerada.

O teor de água e as análises químicas do solo foram realizadas seguindo a metodologia contida em EMBRAPA (1997). O teor de C foi determinado pelo método Walkley-Black (MENDONÇA; MATOS, 2005) e o teor de matéria orgânica foi estimado a partir do teor de C (teor de C x 1,72).

Microbiologia do solo

Recuperação de esporos do solo

Nas amostras de cada um dos pontos de coleta foi avaliada a densidade de esporos de fungos micorrizicos arbusculares (FMAs). A extração dos esporos do solo seguiu o método de peneiramento úmido, seguido de centrifugação em água e solução de sacarose, descrito por Gerdemann e Nicolson (1963). Após a extração, os esporos foram transferidos para placa de “petri de grade” (Placa canelada) e contados sob microscópio estereoscópico. Em seguida foi feita separação dos morfotipos conforme cor, forma e tamanho dos esporos. Para a identificação dos esporos foi consultado o Manual para Identificação de Fungos Micorrízicos Arbusculares, de Schenck e Perez (1988).

Bactérias nodulíferas fixadoras de nitrogênio

Foi conduzido um experimento de captura de bactérias nodulíferas fixadoras de nitrogênio (BFNNL) em casa de vegetação para verificar a presença de BFNNL capazes de estabelecer simbiose com ingá no entorno dessas árvores na pastagem. As amostras de solo das diferentes distâncias foram utilizadas como inoculantes em mudas de ingá, que foi utilizada como planta isca e cultivadas em substrato estéril. As sementes de ingá foram coletadas em árvores do campus da UFLA com ajuda de podão com vara extensora. O beneficiamento dos frutos para obtenção de sementes puras foi realizado no Laboratório de Silvicultura da UFLA. Antes do plantio, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 2% durante 5 minutos.

Como substrato foi utilizada a mistura de areia e vermiculita, 1:1 (v:v). Este substrato foi autoclavado (1atm, 121 °C por duas horas) dentro de recipientes de polietileno chamado tubetes. Foram semeadas três sementes em cada tubetes. Três gramas de cada amostra de solo coletado nas quatro distâncias da árvore (0,50 R, 1,00 R, 1,5 R e 2,00 R) foram inoculadas em mudas de Ingá. Durante a condução do experimento as mudas receberam em dias alternados 10 mL de água deionizada e autoclavada. Os recipientes receberam solução nutritiva autoclavada sem nitrogênio a cada 15 dias (KH_2PO_4 10,8g/L; K_2SO_4 21,5g/L; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 28,48g/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 6,0g/L; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 3,0g/L; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,6g/L; $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,11g/L; $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,54g/L e FeNa EDTA 16g/L).

As mudas foram extraídas inteiras 123 (cento e vinte e três) dias após a semeadura. Em seguida foram lavadas e seccionadas em parte aérea e raízes. Os nódulos foram destacados das raízes, contados e separados. Todo o material vegetal foi submetido à secagem em estufa à 65°C por 72 h, seguido de sua pesagem.

Análise estatística

Na coleta de campo o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo que cada árvore representa uma repetição e as quatro distâncias os tratamentos. No estudo de captura de BFNNL com as mudas de ingá, foram utilizadas 10 (dez) repetições para cada uma das amostras coletadas nas cinco árvores, totalizando um total de 200 (duzentas) mudas.

Antes da análise propriamente dita, foi feito o estudo de outliers, usando o programa Action Stat. Os parâmetros da análise química do solo, a massa seca, umidade do capim e do solo, número de esporos e dados da biomassa das mudas de ingá foram transformados utilizando $\sqrt{(x+0,01)}$ (CENTENO, 1990). A análise

dos resultados foi feita com o programa SISVAR 5.6 adotando-se o teste de Scoot-knott para comparações entre médias (FERREIRA, 2011).

Resultados

Qualidade da forragem

Não houve diferença estatisticamente significativa para os parâmetros umidade e matéria seca das amostras de forragem colhidas em diferentes distâncias dos troncos das árvores (Tabela 1).

Tabela 1: Efeito de diferentes distâncias do tronco da espécie arbórea nativa ingá (*Inga edulis*) sobre a qualidade de forragem, avaliada através dos parâmetros umidade e massa seca de pastagem¹

Distância ²	----- Forragem -----	
	Umidade	Massa Seca
	%	g/m ²
0,5 R	33,44 a	32,44 a
1,0 R	31,33 a	32,88 a
1,5 R	32,12 a	36,98 a
2,0 R	31,22 a	31,95 a
CV (%) ³	12,1	9,0
Teste F	0,60	0,61
Média Geral	32,03	33,6

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-nott no nível de 5% de probabilidade (P<0,05). Variáveis com outlier detectado pelo Teste de Grubbs (Teste de Valor Extremo) no nível 0,05 de significância, substituído pelo valor da média geral sem outlier. Valores com a transformação: $(x + 1)^{0,5}$. ²Amostras coletadas considerando o raio (R) da copa de cada árvore, sendo dois pontos dentro da projeção da copa, 0,5R (=1,19m) e 1,0R (=2,38m) distantes do tronco da árvore e dois pontos fora da projeção da copa, 1,5R (=3,57m) e 2,0R (=4,76m). ³CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

Características químicas do solo

A acidez do solo (pH) foi menor nas amostras coletadas na distância de 0,5R do tronco da árvore quando comparada as outras amostras coletadas mais distantes da árvore. Os teores de Matéria Orgânica, Cálcio, Fósforo, Potássio, Ferro, Cobre e Umidade do solo não diferiram entre as diferentes distâncias do

tronco da árvore. Os teores de Magnésio, Soma de Bases e Fósforo Remanescente das amostras de solo coletadas na distância de 0,5R foram maiores estatisticamente do que nas outras distâncias (Tabela 2).

Tabela 2: Características de solo de pastagem na profundidade de 0-20cm em diferentes distâncias do tronco de ingá (*Inga edulis*).¹

Distância ²	pH	MO dag/kg	Ca ----- cmolc/dm ³	Mg ----- cmolc/dm ³	SB ----- cmolc/dm ³	P-Rem ----- mg/dm ³	P ----- mg/dm ³	K ----- mg/dm ³	Fe ----- mg/dm ³	Cu ----- mg/dm ³	U g/g
0,5 R	6,1 a	1,72 a	1,38 a	0,62 a	2,34 a	34,7 a	1,2 a	134 a	91 a	0,63 a	0,95 a
1,0 R	5,6 b	1,32 a	0,94 a	0,40 b	1,47 b	31,9 b	1,0 a	49,2 a	117 a	0,40 a	0,84 a
1,5 R	5,5 b	1,48 a	0,88 a	0,32 b	1,37 b	31,3 b	1,2 a	65,6 a	115 a	0,40 a	0,84 a
2,0 R	5,4 b	1,52 a	0,84 a	0,32 b	1,29 b	32,3 b	1,1 a	52,4 a	107 a	0,32 a	0,89 a
CV (%) ³	2,8	5,6	9,9	5,3	10,8	2,7	8,9	32,6	9,9	10,9	3,5
Teste F	0,06	0,25	0,15	0,02	0,03	0,05	0,88	0,12	0,24	0,52	0,49
Média	5,6	1,51	1,01	0,42	1,62	32,6	1,1	75,4	108	0,44	0,88

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-nott no nível de 5% de probabilidade (P<0,05). Variáveis com outlier detectado pelo Teste de Grubbs (Teste de Valor Extremo) no nível 0,05 de significância, substituído pelo valor da média geral sem outlier. Valores com a transformação: $(x + 1)^{0,5}$. U=Umidade; MO=Matéria Orgânica; SB=Soma de Bases; P-Rem=Fósforo Remanescente. ²Amostras coletadas considerando o raio (R) da copa de cada árvore, sendo dois pontos dentro da projeção da copa, 0,5R (=1,19m) e 1,0R (=2,38m) distantes do tronco da árvore e dois pontos fora da projeção da copa, 1,5R (=3,57m) e 2,0R (=4,76m). ³CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

Microbiologia do solo

Densidade e diversidade de esporos de FMAs no solo

Não houve diferença estatisticamente significativa na densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares nas quatro distâncias das árvores de ingá. Foram identificados um total de onze morfotipos de esporos de FMAs nas amostras de solos coletadas, distribuídos entre os gêneros *Acaulospora*, *Dentisintata*, *Glomus* e *Paraglomus*. O gênero *Acaulospora* teve o maior número de morfotipos (5), seguido por *Glomus* (4), enquanto foram identificadas apenas duas espécies dos gêneros *Dentisintata* e *Paraglomus* (Tabela 3).

Tabela 3: Registros de espécies de esporos de micorrizas arbusculares identificadas em solos de pastagem coletados em diferentes distâncias do tronco de ingá (*Inga edulis*).

	----- Distância ¹ -----			
	0.5R	1.0R	1.5R	2.0R
Nº de Esporos (50 g) ²	128 a	77 a	142 a	144 a
Espécie				
<i>Acaulospora colombiana</i>		1		
<i>Acaulospora longula</i>		1	1	
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	1	1		
<i>Acaulospora walkerii</i>				1
<i>Acaulospora sp.</i>		1	1	
<i>Dentisintata sp.</i>	1	1		1
<i>Glomus bastonete</i>	2	1		2
<i>Glomus macrocarpum</i>	2	3	2	2
<i>Glomus scrobiculata</i>			1	
<i>Glomus sp.</i>	3	1	3	2
<i>Paraglomus occultum</i>			1	
Total de registros	9	10	9	8
Total de espécies	5	8	6	5

¹Amostras coletadas considerando o raio (R) da copa de cada árvore, sendo dois pontos dentro da projeção da copa, 0,5R (=1,19m) e 1,0R (=2,38m) distantes do tronco da árvore e dois pontos fora da projeção da copa, 1,5R (=3,57m) e 2,0R (=4,76m). ²Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-nott no nível de 5% de probabilidade (P<0,05). Variáveis com outlier detectado pelo Teste de Grubbs (Teste de Valor Extremo) no nível 0,05 de significância, substituído pelo valor da média geral sem outlier. Valores com a transformação: $(x + 1)^{0,5}$. O Coeficiente de Variação foi igual a 20,9 %.

O maior número de espécies de FMAs foi encontrado nas amostras de solo na distância de 1,0R, que estava no limiar da copa das árvores. *Glomus macrocarpum* foi a única espécie encontrada em todas as distâncias e em todas as repetições e também foi a espécie com maior número de registros (25%). Neste estudo, três morfotipos de esporos foram identificados somente ao nível de gênero: dois *Acaulospora sp.*, três *Dentisintata sp.*; e *Glomus sp.*. O gênero *Glomus* foi o mais recuperado, sendo responsável por 66% dos esporos identificados. Os gêneros com menor ocorrência foram *Paraglomus* (*Paraglomus occultum*) e *Dentisintata* (*Dentisintata sp.*).

Armadilha para bactérias nodulíferas

Foi observado que todas as amostras de solo coletadas nas diferentes distâncias das árvores de ingá continham bactérias capazes de estabelecer simbiose com essa espécie. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os parâmetros de matéria seca da raiz, da parte aérea e dos nódulos de plantas de ingá inoculadas com solos de diferentes distâncias dos troncos das árvores de ingá. Entretanto, houve maior quantidade de nódulos nas plantas cultivadas com amostras de solo das distâncias 0,5 e 1,5R.

Tabela 4: Características morfológicas de plântulas da espécie arbórea nativa ingá (*Inga edulis*) desenvolvidas em casa de vegetação com inóculos de solos de pastagem de diferentes distâncias do tronco de árvores de *Inga edulis*¹

Distância ²	----- Massa seca (g) -----			Número de Nódulos
	Radicular	Aérea	Nódulos	
0,5 R	1,15 a	0,99 a	0,078 a	47 a
1,0 R	1,12 a	0,87 a	0,058 a	29 b
1,5 R	1,07 a	1,08 a	0,076 a	52 a
2,0 R	1,14 a	0,98 a	0,045 a	20 b
CV (%) ³	3,0	3,9	1,2	28,9
Teste F	0,78	0,24	0,19	0,07
Média Geral	1,12	0,98	0,06	37

¹Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-nott no nível de 5% de probabilidade (P<0,05). Variáveis com outlier detectado pelo Teste de Grubbs (Teste de Valor Extremo) no nível 0,05 de significância, substituído pelo valor da média geral sem outlier. Valores com a transformação: $(x + 1)^{0,5}$. ²Amostras coletadas considerando o raio (R) da copa de cada árvore, sendo dois pontos dentro da projeção da copa, 0,5R (=1,19m) e 1,0R (=2,38m) distantes do tronco da árvore e dois pontos fora da projeção da copa, 1,5R (=3,57m) e 2,0R (=4,76m). ³CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

Discussão

Qualidade da forragem

No presente experimento não foi verificado prejuízo à umidade da forragem ou à quantidade de matéria seca da forragem mista de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), capim flecha (*Tristachya leiostachya*) e braquiária (*Uruclioa* sp.) nas diferentes distâncias do tronco das árvores de ingá (*Inga edulis*). Resultado semelhante ao presente experimento foi obtido no estudo de Oliveira et al. (2005), no qual não foram observadas diferenças significativas na quantidade de matéria seca da forragem braquiária (*Uruclioa decumbens*) em sistema silvopastoril com pequi (*Caryocar brasiliense*) ou com baru (*Dipteryx alata*) em comparação a forragem da área a pleno sol. Ambas são espécies nativas do Bioma Cerrado, onde o experimento foi conduzido e, apesar do baru ser uma espécie leguminosa, não é capaz de fixar nitrogênio por relação simbiótica com bactérias, diferentemente do ingá que fixa N atmosférico por simbiose. Assim, esperava-se que no presente experimento a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, além de não prejudicar, pudesse ainda favorecer as forragens mais próximas de ingá. Da mesma forma, no experimento de Silva et al. (2008) não houve prejuízo à matéria seca do capim braquiária (*Uruclioa brizantha*) em pastagem mais próximo do tronco das quatro espécies arbóreas leguminosas nativas capazes de fixar N atmosférico por relação simbiótica, albizia (*Pseudosamanea guachapele*), olosericea (*Acacia holosericea*), jurema branca (*Mimosa artemisiana*) e jurema preta (*Mimosa tenuiflora*).

Esses resultados diferem do experimento de Soares et al. (2009), no qual a quantidade de matéria seca de onze espécies forrageiras, inclusive o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), diminuíram com a maior proximidade das árvores de pinus (*Pinus taeda*). O pinus é uma espécie exótica largamente utilizada em plantios e devido ao melhoramento genético priorizando o

crescimento rápido, o que tem demanda alta de água e nutrientes. É importante ressaltar que o pinus não é capaz de fixar N por ligações simbióticas com bactérias, possui serapilheira com alta relação carbono:nitrogênio (C:N), podendo ser gerada assim uma competição entre a demanda de N pelas espécies forrageiras e a decomposição das acículas de pinus. Além disso, o pinus possui alelopatia, prejudicando o crescimento de plantas crescendo sob sua copa, o que dificulta sua aplicação em sistemas agroflorestais (SOARES et al., 2009).

Em comparação aos resultados de Soares et al. (2009) e Sousa et al. (2007), percebe-se que o agroecossistema foco deste estudo possuiu maior potencial para a qualidade da forragem por haver o consórcio entre duas espécies leguminosas capazes de fixar nitrogênio atmosférico por simbiose (ingá e amendoim forrageiro). A fixação de N gera maior autonomia quanto a entrada de nitrogênio no agroecossistema. Além disso, o sistema foco do presente estudo utiliza duas espécies nativas (capim flecha e ingá) que estão adaptadas às características edafoclimáticas locais.

Características químicas do solo

O maior pH do solo da pastagem próxima ao tronco das árvores de ingá (Tabela 2) difere de outros autores. No solo de pastagem do experimento de Dias et al. (2006), não houve diferença no pH das diferentes distâncias do tronco das árvores de jacarandá da bahia (*Dalbergia nigra*) e angico canjiquinha (*Peltophorum dubium*). Oliveira et al. (2005) também não verificaram diferenças no pH do solo de pastagem de braquiária em sistema silvopastoril com árvores de pequi ou baru em comparação ao solo sob a forragem da área a pleno sol. A interferência no pH pode variar conforme a espécie, pois Dias et al. (2006) verificaram maior acidez nas amostras de solo na pastagem mais próximo do tronco de orelha de negro (*Enterolobium contortisiliquum*). Da mesma forma, Xavier et al. (2014) verificaram diminuição do pH do solo de pastagem de

braquiária consorciada com árvores de *Eucalyptus* sp., *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* em comparação ao solo de pastagem em monocultivo de braquiária.

Assim, considera-se que o ingá teve efeito positivo ao contribuir com o aumento do pH do solo. Já o teor de matéria orgânica do solo (MOS) no presente estudo não diferiu entre as amostras ao longo das distancias do tronco de Ingá, Dias et al. (2006) não encontraram diferença no teor de carbono do solo de pastagem em diferentes distancias de três árvores leguminosas angico canjiquinha, jacarandá da bahia e orelha de macaco. Esperava-se que o teor de MOS do solo no presente estudo fosse maior quanto mais próximo do tronco de ingá, assim como os resultados encontrados por Martinez et al. (2014) em pastagem consorciada com a leguminosa exótica fixadora de nitrogênio simbioticamente *Cassia grandis*, onde maiores valores de MOS foram encontrados próximos as árvores. As idades das árvores nesses dois estudos, possivelmente, interferiram nos resultados. O fato das árvores de ingá terem cinco anos de idade e as árvores de cássia doze anos de idade no momento da coleta, possibilitaram maior tempo de influência no solo dos resíduos gerados pelas árvores com maior deposição de galhos, folhas e raízes senescentes e isso possibilitou um maior acúmulo de MOS sob a copa da cássia em relação ao solo sob pastagem a pleno sol (MARTINEZ et al., 2014). A diversidade dos materiais vegetais nos dois sistemas silvipastoris pode também ter influenciado no resultado, já que a maior diversidade de forragens no sistema com ingá pode gerar maior diversidade de nutrientes, incluindo a diminuição da relação C:N nesses resíduos, o que favorece a decomposição, a ciclagem do C e reincorporação dos nutrientes à matéria vegetal viva.

O consórcio das árvores de ingá com a pastagem não afetou o Ca disponível no solo, semelhante ao observado por Dias et al. (2006) onde não foi verificada diferença entre os teores de Ca do solo da pastagem nas diferentes

distancias do tronco das árvores de jacarandá da bahia. Já em relação ao angico canjiquinha, Dias et al. (2006) encontraram teores de Ca menores em pontos mais próximo às árvores. Os teores de Ca do presente experimento foram equiparados aos maiores teores do experimento de Dias et al. (2006).

Oliveira et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes ao presente estudo, pois não foram verificadas diferenças no teor de Ca do solo de pastagem de braquiária em sistema silvopastoril com pequi quando comparado ao solo sob pastagem a pleno sol. No entanto, a pastagem com baru continha menor teor de Ca do que a pleno sol, assim como Xavier et al. (2014) observaram menor teor de Ca no solo de pastagem de *Brachiaria decumbens* consorciada com árvores de *Eucalyptus* sp., *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* em comparação ao solo de pastagem em monocultivo de braquiária. Enquanto no experimento de MARTINEZ et al. (2014), houve aumento do Ca do solo sob as árvores de *Guazuma ulmifolia* e *Cassia grandis* em relação ao solo de monocultivo de forragem. Assim, a espécie arbórea utilizada no consórcio silvopastoril é fator determinante na maior ou menor disponibilidade de Ca no solo e, apesar de não haver diferença significativa no teor de Ca do solo nas diferentes distancias de ingá, o teor de Ca mais próximo da árvore foi 36 % maior do que distante da árvore.

O teor de Mg no solo de pastagem foi maior na menor distância das árvores de ingá (0,5 R), sendo 48% maior do que a média geral das distâncias. Esses resultados corroboram com o teor de Mg encontrado por Dias et al. (2006) na menor distância das árvores de orelha de negro. Entretanto, na pastagem com angico canjiquinha o menor teor de Mg foi encontrado mais próximo da árvore. O consórcio das pastagens com diferentes espécies arbóreas pode levar a resultados diversos em relação ao magnésio disponível. Em pastagem consorciada com pequi, não houve diferença em relação a esse nutriente (OLIVEIRA et al., 2005). Já em pastagens com *Dypterix alata*, *Eucalyptus* sp.,

Acacia mangium, *Mimosa artemisiana* e *Pterodon emarginatus* (sucupira branca) foram encontrados valores de Mg menores na áreas sob maior influência das árvores (OLIVEIRA et al., 2005; PEZZONI et al., 2012; XAVIER et al., 2014), o que pode indicar possível competição entre forrageiras e árvores se o teor de Mg não for suficientemente alto para atender à demanda de ambas.

O teor de P do solo do presente experimento estava abaixo da maioria dos valores de P do solo analisado por Dias et al. (2006). Esses autores não encontraram uma tendência de diminuição ou aumento do fósforo disponível no solo com alteração das distâncias das copas das três árvores leguminosas que compuseram o estudo deles.

Em consonância com o presente estudo, Dias et al. (2006) não verificaram prejuízo ao teor de K disponível do solo pelo consorcio das árvores nativas com a pastagem no caso de jacarandá da bahia. Entretanto, os autores relataram incremento nos teores de K no solo mais próximo das árvores de orelha de negro. Oliveira et al. (2005) também não perceberam alteração no teor de K do solo de pastagem de braquiária em sistema silvopastoril com pequi, mas a pastagem consorciada com baru continha menor teor de K do que a pastagem a pleno sol. Pezzoni et al. (2012) verificaram uma diminuição no teor de K do solo de pastagem de braquiária a medida que as amostras foram coletadas mais distantes da espécie nativa arbórea sucupira branca, assim como Xavier et al. (2014) verificaram redução do K disponível no solo de pastagem consorciada com árvores de *Eucalyptus* sp., *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* em comparação ao solo de pastagem em monocultivo de braquiária.

Apesar de no experimento de Soares et al (2009) haver decréscimo na Matéria Seca das onze espécies forrageiras pela proximidade das árvores de pinus, a umidade do solo em % foi maior próximo as árvores de pinus, enquanto no presente experimento não houve diferença na umidade do solo nas diferentes distancias do tronco de ingá. A interação do ingá com o solo e a forragem, seja

pela deposição dos resíduos da parte aérea e da raiz ou efeito rizosférico é benéfica ao agroecossistema pastagem em relação ao monocultivo de forragem que o consórcio com outras espécies leguminosas arbóreas nativas na pastagem, como o jacarandá da bahia, o angico canjiquinha e a orelha de negro (DIAS et al., 2006; Xavier et al., 2014).

Microbiologia do solo

Densidade e diversidade de esporos de FMAs no solo

No presente experimento não foram verificadas diferenças na quantidade de esporos de fungos micorrizicos arbusculares (FMAs), na pesquisa de Vallejo et al. (2012) foi observada maior quantidade de FMAs em solo de sistema silvopastoril com árvores de algaroba (*Prosopis juliflora*) do que em solo de monocultivo de forragem. O estudo de Silva (2013), avaliando a influência da espécie leguminosa nativa capaz de fixar nitrogênio atmosférico simbioticamente *Sesbania virgata* sobre as características microbiológicas do solo, considerou a densidade de esporos encontrados no solo sob essa árvore como alta, sendo encontrados entre 25 e 85 esporos por 50 g de solo, enquanto no presente estudo foram encontrados entre 78 e 144 esporos por amostra. Assim, o número de esporos encontrados em todas as amostras do presente estudo pode ser considerado como alto.

Enquanto no presente experimento a média em todas as distâncias foi de 123 esporos, no estudo de Fernandes et al (2016) foi encontrada uma média de 176 esporos em solo sob diferentes tipos de uso, sendo superior ao valor do presente. Mais especificamente para uso da terra por pastagens, Fernandes et al. (2016) encontraram uma média de 277 esporos, sendo mais que o dobro do presente experimento e os autores consideram a densidade de esporos encontradas por eles também como alta. Quando comparados aos dados de Ferreira et al. (2012), a média do número de esporos nas distâncias de ingá

foram também superiores à média de 83 esporos encontrados pelos autores em solo de pastagem.

No presente estudo, o consórcio entre as espécies utilizadas como forragem, amendoim forrageiro, capim braquiária e capim flecha, foi considerado como o sistema referência e esperava-se que a introdução e manutenção de árvores de ingá pudesse diminuir a densidade e diversidade de micorrizas arbusculares nas amostras mais próximas das árvores, principalmente pela espécie *Ingá edulis* ser uma espécie nativa. Entretanto, não foi o que ocorreu, provavelmente devido ao sistema referência envolver três diferentes espécies e um dos capins ser nativo.

As espécies de esporos de fungos arbusculares recuperados estão em consonância com o estudo realizado em vários município nas regiões mineiras do Campo das Vertentes e Sul de Minas, pois dentre as oito espécies recuperadas no estudo de Silva (2013), três delas eram iguais (*Acaulospora longula*, *Acaulospora scrobiculata* e *Paraglomus occultum*). Em concordância com o presente estudo, os gêneros *Acaulospora*, seguido de *Glomus* foram o de maior ocorrência na identificação das amostras coletadas nos estudos de Ferreira et al. (2012) analisando diferentes usos do solo, como plantio direto, mata ciliar, borda da mata, pastagem e área desmatada.

Também no estudo de Silva (2013) avaliando a influência da espécie nativa *Sesbania virgata* sobre as características microbiológicas do solo, os gêneros *Acaulospora*, seguido de *Glomus* foram os mais frequentemente recuperados, sendo um indicio da versatilidade deste gênero, podendo também ser uma explicação para não ter havido diferenças na diversidade e densidade de esporos nas diferentes distancias das árvores. No estudo de Ferreira et al. (2012), foram encontradas onze espécies de Micorrizas Arbusculares no solo de pastagem, entretanto, somente duas espécies encontradas no presente estudo

coincidem com o estudo de Ferreira et al (*Acaulospora scrobiculata e Glomus macrocarpum*).

No estudo de Fernandes et al. (2016) foram encontradas 23 espécies de Micorrizas Arbusculares em pastagem, enquanto no presente experimento foram somente 12 espécies de FMA, tendo a pastagem do presente estudo quase metade do número de espécies da pastagem de Fernandes e menos também do que o solo de mata ciliar com vinte espécies de MA. Entretanto, o presente estudo obteve mais do que as sete espécies de micorrizas arbusculares do cultivo de café.

Bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas

Em todos os tratamentos foi detectada a presença de bactérias nodulíferas capazes de estabelecer simbiose com o ingá. Freitas et al. (2016) também observaram em *Inga edulis* resultados similares ao testar diferentes doses de carvão no substrato, pois não foi possível verificar diferenças estatísticas na biomassa área ou radicular de ingá, entretanto, assim como no presente experimento, houve diferença apenas no número de nódulos. Os dados da média da biomassa radicular de Freitas et al. (2016) de 1,17 g foram similares a média de biomassa radicular de 1,12 g do presente experimento, entretanto a massa aérea do experimento de Freitas foi três vezes maior do que a do presente estudo (3,19 g). O número de nódulos do presente estudo foi similar ao do tratamento com pior desempenho de Freitas (2016) que obteve 44 nódulos e a massa seca dos nódulos do presente experimento foi mais do que setenta vezes menor do que a média do estudo de Freitas.

Enquanto no experimento de Araújo et al. (2017) foi observado incremento no crescimento e nodulação das plantas de *Mimosa* sp. ao serem inoculadas com solo coletado próximo de árvores dessa mesma espécie, no presente experimento não foi possível observar alterações nas características das

plantas de ingá cultivadas em substrato inoculado com solo de pastagem de diferentes distâncias de árvores de ingá. Provavelmente, não foi possível perceber uma relação clara entre as distâncias das amostras de solo e o desenvolvimento das plantas inoculadas com esses solos porque o ingá (*Inga edulis*) é uma planta muito promíscua em relação a simbiose com bactérias capazes de fixar nitrogênio atmosférico, sendo capaz de estabelecer ligação com várias espécies de bactérias. Entretanto, esperava-se que pudesse haver algum efeito da distância de coleta das amostras, visto que a nodulação com bactéria fixadora de nitrogênio não é sinônimo de eficiência na fixação. Assim, a inoculação do substrato estéril com solo a diferentes distâncias de ingá poderia ter refletido algum tipo de seleção de estirpes de bactérias mais eficientes na fixação biológica de nitrogênio próximo ao tronco da árvore e essa seleção teria efeitos sobre a biomassa das plântulas cultivadas em casa de vegetação (SOUZA, 2013).

Conclusão

- 1) A espécie arbórea nativa ingá (*Inga edulis*) pode ser consorciada com pastagem composta pelas forragens braquiária (*Uruçloa* sp.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e capim flecha (*Tristachya leiostachya*):
 - a) sem prejuízo para a umidade e massa seca das forragens;
 - b) sem prejuízo para o teor de matéria orgânica, macro e micronutrientes e umidade do solo
 - c) com melhoria no pH, teores de Magnésio, Soma de Bases e Fósforo remanescente das amostras de solo coletadas na distância de 0,5 R em relação as outras distâncias;
- 2) Não foi observada alteração na densidade e diversidade de micorrizas arbusculares ou na nodulação de mudas de ingá por bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas em leguminosas.

Bibliografia

ALMEIDA, J.C.C.; ROCHA, N.S.; NEPOMUCENO, D.D.; ARAUJO, R.P.; SILVA, T.O.; MORENZ, M.J.F.; ABREU, J.B.R.; CARVALHO, C.A.B.; MACEDO, R.O. Composição mineral de leguminosas forrageiras cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 367-376, 2013.

ARAÚJO, S.A.C.; SILVA, T.O.; ROCHA, N.S.; ORTÊNCIO, M.O. Growing tropical forage legumes in full and silvopastoral systems. **Acta Scientiarum**, v. 39, n. 1, p. 27-34, 2017.

BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O. C.; REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, J. M.; Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture. Ecosystems e Environment**, v. 103, n. 2, p. 389-403, 2004.

BOTREL, R.T.; RODRIGUES, L.A.; GOMES, L.J.; CARVALHO, D.A.; FONTES, M.A.L. Uso da vegetação nativa pela população nativa do município de Ingaí, MG, Brasil. **Acta Bot. Bras.** v. 20, n. 1, p. 143-156, 2006.

CENTENO, A. J. **Curso de estatística aplicada à biologia**. Coleção didática, 1990. 188 p.

CUBBAGE, F.; BALMELLI, G.; BUSSONI, A.; NOELLEMAYER, E.; PACHAS, A.N.; FASSOLA, H.; COLCOMBET, L.; ROSSNER, B.; FREY, G.; DUBE, F.; SILVA, M.L.; STEVENSON, H.; HAMILTON, J.; HUBBARD, W. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. **Agroforest Syst**, v. 86, p. 303-314, 2012.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S.; MOREIRA, J.F.; POLIDORO, J.C.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Influência da projeção das copas de espécies de leguminosas arbóreas nas características químicas do solo. **Pasturas Tropicales**, v. 28, n. 2, p. 8-17, 2006.

DIAS HFILHO, M.B., 2014. Diagnósticos das pastagens no Brasil. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Série Documentos. 402. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-publicacao/986147/diagnostico-das-pastagens-no-brasil>>.

DUARTE, E.M.G.; CARDOSO, I.M.; STIJNEN, T.; MENDONÇA, M.A.F.C.; COELHO, M.S.; CANTARUTTI, R.B.; KUYPER, T.W.; VILLANI, E.M.A.;

MENDONÇA, E.S. Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems. **Agroforest Syst**, v. 87, p. 835-847, 2013.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

FERNANDES, J.M.; GARCIA, F.C.P.; AMOROZO, M.C.M.; SIQUEIRA, L.C.; MAROTTA, C.P.B.; CARDOSO, I.M. Etnobotânica de Leguminosae entre agricultores agroecológicos na Floresta Atlântica, Araçuaia, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguesia**, v. 65, n. 2, p. 539-554, 2014.

FERNANDES, R.A.; FERREIRA, D.A.; SAGGIN-JUNIOR, O.J.; STURMER, S.L.; PAULINO, H.B.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Occurrence and species richness of mycorrhizal fungi in soil under different land use. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 96, p. 1-10, 2016.

FERREIRA, D.A.; CARNEIRO, M.A.C.; SAGGIN-JUNIOR, O.J. Fungos micorrizicos arbusculares em um latossolo vermelho sob manejos e usos no cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 36, p. 51-61, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, A.F.; SOUZA, L.A.G.; CARDOSO, I.M.; VENTURIN, N. Effect of charcoal-enriched substrate on seedlings of Rhizobium-inoculated legume trees. **Revista Árvore**, v. 40, n. 6, p.1049-1058, 2016.

IBGE 2017. Disponível em:
<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=311460>>.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal Endogone extracted from soil by wet sieving and decanting. **Trans. Brit. Mycol. Soc.**, v. 46, p. 235-244, 1963.

HERMUCHE, P.M.; VIEIRA, L.M.; SANO, E.E. Modeling tree cover changes in a pasture-dominated landscape by adopting silvopastoral practices in a dry forest region in Central Brazil. **Agroforest System**, v. 87, p. 881-890, 2013.

LATAWIEC, A.E.; STRASSBURG, B.B.N.; SILVA, D.; ALVES-PINTO, H.N.; FELTRAN-BARBIERI, R.; CASTRO, A.; IRIBARREM, A.; RANGEL, M.C.; KALIF, K.A.B.; GARDNER, T.; BEDUSCHI, F. Improving land

management in Brazil: A perspective from producers. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 240, p. 276-286, 2017.

LIMA, L.P.Z.; LOUZADA, J.; CARVALHO, L.M.T.; SCOLFORO, J.R.S. Análise da vulnerabilidade natural para implantação de unidades de conservação da Serra de Carrancas, MG. **Cerne**, v. 17, n. 2, p. 151 – 159, 2011.

LOJKA, B.; PREININGER, D.; VAN DAMME, P.; ROLLO, A.; BANOUT, J. Use of the Amazonian tree species *Inga edulis* for regeneration and weed control. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 24, n. 1, p. 89-101, 2012.

MARTÍNEZ, J.; CAJAS, Y.S.; LEÓN, J.D.; OSORIO, N.W. Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 1, p. 1-8, 2014.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Editora UFV, 2005. 107 p.

MILEIRA, M. Contribución de los sistemas silvopastoriles em la producción y el médio ambiente. **Avances em Investigación Agropecuária**, v. 17, n. 3, p 7-24, 2013.

MURGUEITIO, E.; BARAHONA, R.; CHARÁ, J.D.; FLORES, M.X.; MAURICIO, R.M.; MOLINA, J.J. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 49, n. 4, p. 545-554, 2015.

OLIVEIRA, M.E.; LEITE, L.L.; FRANCO, A.C.; CASTRO, L.H.R. Efeito de duas espécies nativas de árvores sobre as propriedades do solo e forragem de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Pasturas Tropicales**, v. 27, n. 1, p. 51-56, 2005.

PEZZONI, T.; VITORINO, A.C.T.; DANIEL, O.; LEMPP, B. Influencia de *Pterodon emarginatus* sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvopastoril. **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 293-301, 2012.

SCHENCK, N. C.; PEREZ, Y. **Manual for identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi**. INVAM, 1988. 322 p.

SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A.S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; MIRANDA, C.H.B.; FRANCO, A.A. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistemas silvipastil. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. Boletim de Pesquisa e

Desenvolvimento 33. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/629717/brachiaria-brizantha-cv-marandu-em-sistema-silvopastoril> >

SILVA, G.T.A.; MATOS, L.V.; NÓBREGA, P.O.; CAMPELLO, E.F.C.; RESENDE, A.S. Chemical composition and decomposition rate of plants used as green manure. **Sci. Agric.** v. 65, n. 3, p. 298-305, 2008.

SILVA, K.B. **Características químicas, físicas e biológicas de solos sob *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.** 2013. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUSA, L.F., MAURICIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv Marandu em um sistema silvopastoril. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p.1029-1037, 2007.

SOUZA, H.N.; CARDOSO, I.M.; FERNANDES, J.M.; GARCIA, F.C.P.; BONFIM, V.R.; SANTOS, A.C.; CARVALHO, A.F.; MENDONÇA, E.S. Selection of native trees for intercropping with coffee in the Atlantic Rainforest biome. **Agroforest System**, v. 80, p. 1-16, 2010.

SOUZA, H.N.; GOEDE, R.G.M.; BRUSSAARD, L.; CARDOSO, I.M.; DUARTE, E.M.G.; FERNANDES, R.B.A.; GOMES, L.C.; PULLEMAN, M.M. Protective shade, tree diversity and soil properties in coffee agroforestry systems in the Atlantic Rainforest biome. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 146, p. 179-196, 2012.

SOUZA, N.M. **Seleção de estirpes de rizóbios para leguminosas de múltiplo uso em duas classes de solos ácidos da Amazônia Central.** 2013. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2013.

VALLEJO, V.E., ARBELI, Z.; TERÁN, W.; LORENZ, N.; DICK, R.P.; ROLDAN, F. Effect of land management and *Prosopis juliflora* (Sw.) DC trees on soil microbial community and enzymatic activities in intensive silvopastoral

systems of Colombia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 150, p. 139-148, 2012.

XAVIER, D.F.; LÉDO, F.J.S.; PACIULLO, D.S.C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Nitrogen cycling in a Brachiaria based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brasil. **Nutr. Cycl. Agroecosyst**, v. 99, p. 45-62, 2014.