



IBERÊ MARTÍ MOREIRA DA SILVA

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM EUCALIPTO,
ESPÉCIES ARBÓREAS LEGUMINOSAS E
NATIVAS EM MARILAC - NO VALE DO RIO
DOCE, MG – QUATRO ANOS PÓS-PLANTIO**

LAVRAS - MG

2013

IBERÊ MARTÍ MOREIRA DA SILVA

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM EUCALIPTO, ESPÉCIES
ARBÓREAS LEGUMINOSAS E NATIVAS EM MARILAC - NO VALE
DO RIO DOCE, MG – QUATRO ANOS PÓS-PLANTIO**

Dissertação 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 a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo

Co-orientadora

Profa. Dra. Bruna Anair Souto Dias

LAVRAS-MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Silva, Iberê Marti Moreira da.

Sistemas de produção com eucalipto, espécies arbóreas
leguminosas e nativas em Marilac – Vale do Rio Doce, MG – aos
quatro anos pós-plantio/ Iberê Marti Moreira da Silva. – Lavras :
UFLA, 2013.

76 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Renato Luiz Grisi Macedo.

Bibliografia.

1. Integração pecuária floresta (iPF). 2. Ipê. 3. Monocultivo. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.99

IBERÊ MARTÍ MOREIRA DA SILVA

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM EUCALIPTO, ESPÉCIES
ARBÓREAS LEGUMINOSAS E NATIVAS EM MARILAC - NO VALE
DO RIO DOCE, MG – QUATRO ANOS APÓS O PLANTIO**

Dissertação 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 a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2013.

Dra. Bruna Anair Souto Dias UFLA

Dr. Régis Pereira Venturin EPAMIG

Dr. Nelson Venturin UFLA

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo

Orientador

LAVRAS-MG

2013

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus. Agradeço a “Lei Natural dos Encontros” que trás a sorte e o destino e o meu querido Vô Juca: que me ensinou a “*scientia*” do Tempo.

"Quero, um dia, dizer às pessoas que nada foi em vão... Que o amor existe, que vale a pena se doar às amizades e às pessoas, que a vida é bela sim e que eu sempre dei o melhor de mim...e que valeu a pena."

Mario Quintana

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família ;meu pai Valdo, mãe Benvinda e irmã Dandara, tia Odézia e tio Nato: pessoas que sempre incentivaram para que hoje eu tenha a oportunidade dos estudos e dos sonhos;

Ao professor Grisi. pelos ensinamentos e amizade;

Professora Bruna ,que disponibilizou o experimento, Vitor (Carioca), Stella, Marcela, Ernani e todos que me ajudaram a construir esta dissertação; Agradeço especialmente ao órgão de fomento a pesquisa, Cnpq, pela bolsa de estudo;

Eilaaa... aos Amigos: os amigos de estrada, de longas conversas, o confuso, o simples, o esnobe, o trabalhador; ao amigo que lava carros, dos sorrisos, das brincadeiras, do futebol, das corridas, das festas, do *slackline*; aos amigos músicos, pintores, cartunistas, poetas, profetas, sonhadores, anciões. Ao amigo que chora, que pensa; o indiferente, aos amigos da cantina, do bar, o dono do bar, do torresmo, dos vales, dos ventos. As amizades da vida, da praça, da hora, do relógio, da esperança, há amizade de mãe; o rouco, o lúcido, malabarista, equilibrista, ao amigo da rua, da lua; ao amigo do açougue, o segurança, motorista, caroneiro, o sério, ao jogador, o careta, triste, feliz, ao amigo de outro país, ao amigo de outro continente, ao amigo revolucionário, o caboclo, da selva, das florestas, o mateiro, o líder, o operário, o erudito, o contente, o vidente, o alquimista, o agricultor. Ao amigo estudioso, à coxinha, da escola; ao amigo professor, o intelectual, o matuto, o empreendedor, o falastrão, o político; ao amigo da faculdade, do laboratório, do café, o funcionário, da secretária faxina jardim; o cientista, da pescaria, o pescador, o fotógrafo, o chileno, o cego; ao amigo quase cego, o inventor, dos alimentos e todas as engenharia, o arquiteto. Ao amigo filósofo, letrado, ao amigo surdo, o mudo, o amigo saúde, a paciência, a paz, o perfeccionista, nervoso. Ao amigo confiante, o confidente, a perfeita, o amor, ao amigo irmão, o diplomata, ao sábio; ao amigo Amigo, o

carpinteiro, ao amigo mestre. Aos amigos de UFLA, LAVRAS, Minas Gerais,
do Brasil e do mundo: vamos que vamos...!!!

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento de eucalipto, espécies leguminosas arbóreas e nativas em diferentes sistemas de produção no município de Marilac - na Região do Vale do Rio Doce, MG – quatro anos após a implantação. O experimento foi implantado em 2008 em blocos inteiramente casualizados, constituído de seis sistemas de produção e quatro repetições. Os sistemas de produção integração pecuária-floresta (iPF) 1, 2 e 5 foram constituídos por faixas de árvores (10 m de largura) intercaladas por área de pastagem com 8 m de largura; as faixas de árvores constituídas por cinco linhas de espécies arbóreas, sendo as duas linhas da extremidade compostas por *Gliricidia sepium*, *Albizia lebbek*, *Leucaena leucocephala* e *Inga edulis*, intercaladas por *Handroanthus vellosi* e *Handroanthus impetiginosus*, cujo espaçamento utilizado foi de 2 m x 3 m; as três linhas centrais seguiram um espaçamento de 3 m x 2 m e foram constituídas por *Eucalyptus urophylla* no sistema 1 (iPF-E); e duas linhas de *Corymbia citriodora* intercaladas e uma linha de *E. urophylla* no sistema 2 (iPF-ECE), e no sistema 5 (iPF-ECC). No sistema 2, direcionou-se a avaliação para o comportamento silvicultural do *E. urophylla* e no sistema 5 para o *C. citriodora*. Em uma área adjacente, foi implantado o sistema de monocultivo de *E. urophylla* no espaçamento 3 m x 2 m e o sistema de consórcio com duas linhas de *C. citriodora* intercaladas e uma linha de *E. urophylla* no sistema 4 (Consórcio-E), e no sistema 6 (Consórcio-C), no espaçamento 3 m x 2 m. No sistema 4 a avaliação foi direcionada para o *E. urophylla* e para o *C. citriodora* no sistema 6. Foram estabelecidas quatro parcelas permanentes nos sistemas de produção para a mensuração da sobrevivência, altura total e circunferência das árvores (CAP). Foram utilizados os dados da avaliação realizada em 2012, aos quatro anos após a implantação dos sistemas de produção para as espécies de eucalipto e do histórico de avaliação para as leguminosas e ipês. Os dados de eucalipto foram submetidos à análise de variância e teste de média e realizada análise de frequência das classes de altura e DAP. Para a análise do crescimento das leguminosas arbóreas e ipês, foram realizadas análises de regressão. Aos 48 meses a sobrevivência dos eucaliptos foi superior a 80%. O crescimento individual das árvores em área seccional (m²) e volume (m³) apresentou melhores resultados nos sistemas de iPF e os valores de área basal (m²/ha) e volume (m³/ha) foram maiores nos sistemas monocultivo e consórcio. O eucaliptos demonstraram boa adaptação e crescimento em sistema iPF, monocultivo e consórcio no município de Marilac. As leguminosas que se destacaram no estabelecimento e crescimento foram albízia, gliricídia, e a espécie nativa ipê-roxo.

Palavras-chave: integração pecuária floresta (iPF), leguminosas, consórcio, ipê, monocultivo.

ABSTRACT

This study was carried out to assess the growth of eucalypt and leguminous native trees in different production systems in the municipality of Marilac – in Vale do Rio Doce, MG – four years after the implantation. The experiment was established in 2008 according to a randomized block design, consisting of six production systems and four replications. The production systems livestock-forest integration (iPF) 1, 2 and 5 were composed of bands of trees (10 m wide) interspersed with pasture area (8 m wide); the band of trees were composed of five rows of tree species, with the two end rows composed of the following leguminous species: *Gliricidia sepium*, *Albizia lebbbeck*, *Leucaena leucocephala* and *Inga edulis*, interspersed with *Handroanthus vellosi* e *Handroanthus impetiginosus* whose spacing used was 2m x 3m; the three central rows of trees followed a spacing of 3m x 2m and were composed of *Eucalyptus urophylla* in the production system 1 (iPF-E); two rows of *Corymbia citriodora* interspersed with on row of *E. urophylla* in the production system 2 (iPF-ECE) and 5 (iPF-ECC). In in the system 2 (iPF-ECE), the silvicultural behavior was evaluated only for *E. urophylla* whereas in the system 5 (iPF-ECC) the silvicultural behavior was evaluated only for *C. citriodora*. In an adjacent area, a system composed of monoculture of *Eucalyptus urophylla* spaced at 3x2m was deployed and the intercropping with with two rows of *C. citriodora* interspersed and a row of *E. urophylla* in the system 4 (Intercropping-E), and in the system 6 (Intercropping-C), spaced at 3x2m. The evaluation was directed to the *E. urophylla* in the system 4 and to the *C. citriodora* in the system 6. Four permanent plots were established in the systems for the measurements of survival, total height and girth of the trees (GBH). The data from the evaluation carried out in 2012 four years after the implementation of production systems for species of Eucalyptus was used, and, the data from historical assessment for leguminous trees and ipe. The data from Eucalyptus were subjected to analysis of variance and mean test and analyzed for frequency of DBH and height classes. To analyze the growth of leguminous trees and ipe, regression analyzes were performed. At 48 months, the survival of Eucalyptus was over 80%. The growth of individual trees in sectional area (m²) and volume (m³) showed better results in iPF systems and basal area (m² / ha) and volume (m³ / ha) were higher in monoculture and intercropping systems. The eucalyptus showed good adaptation and growth in iPF system, monoculture and intercropping in the municipality of Marilac. The leguminous trees that stood out in the establishment and growth were Albizia, Gliricidia, and the native species ipe roxo.

Key-words:livestock forest integration (iPF), legumes, intercropping, ipê, monoculture.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Localização da cidade de Marilac, na região do Vale do Rio Doce, MG. 34
- Figura 2 Esquema ilustrativo do arranjo espacial dos sistemas de produção que envolveu integração pecuária floresta (iPF). (a) iPF-E (três linhas de *Eucalyptus urophylla*). (b) iPF-ECC e iPF-ECE (duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*). 36
- Figura 3 Área experimental em Marilac - MG aos quatro anos após implantação de sistema de produção com *Eucalyptus urophylla*, *Corymbia citriodora*, leguminosas arbóreas e ipês. A – Visão geral da área. B – Sistema de integração pecuária floresta (iPF). 39
- Figura 4 Classes de altura total (a) e diâmetro a altura do peito - DAP (b) de *Eucalyptus urophylla* em diferentes sistemas de produção no Vale do Rio Doce - MG - 4 anos após plantio em campo. * iPF- E - integração pecuária floresta com faixas de pastagem e linhas de árvores compostas por leguminosas arbóreas e três linhas de *Eucalyptus urophylla*; .* iPF- ECE - integração pecuária floresta com faixas de pastagem e linhas de árvores compostas por leguminosas arbóreas e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*; Monocultivo de *Eucalyptus urophylla*; Consórcio-E – *Eucalyptus urophylla* cultivado em consórcio com *Corymbia citriodora*. 46
- Figura 5 Classes de Altura (a) e diâmetro a altura do peito (b) de *Corymbia citriodora* em diferentes sistemas de produção no Vale do Rio Doce - MG - 4 anos pós-plantio. * iPF- ECC - integração pecuária floresta com faixas de pastagem e linhas de árvores compostas por leguminosas arbóreas e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma

linha de *Eucalyptus urophylla*); Consórcio-C – *Corymbia citriodora* cultivado em consórcio com *Eucalyptus urophylla*.....49

Figura 6 Sobrevivência das espécies: A- albizia (*Albizia lebbbeck*); B – gliricidia (*Gliricidia sepium*); C – ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*); D – leucena (*Leucaena leucocephala*); E – ingá (*Inga edulis*) e; F – ipê-amarelo (*Handroanthus vellosi*), durante os quatro anos após plantio em campo em dois sistemas de produção (iPF-E e iPF-EC) em Marilac - MG.*iPF-E (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipê e três linhas de *Eucalyptus urophylla*), e iPF- EC (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipê e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*).....55

Figura 7 Dinâmica de crescimento em altura de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-E em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo.*iPF-E (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipês e três linhas de *Eucalyptus urophylla*). 60

Figura 8 Dinâmica de crescimento em altura de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-EC em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo. *iPF-EC (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipês e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma de *Eucalyptus urophylla*). 61

Figura 9 Dinâmica de crescimento em DAP (diâmetro a altura do peito) de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-E em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo.*iPF-E (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e

faixas com linhas de leguminosas e ipês e três linhas de *Eucalyptus urophylla*). 62

Figura 10 Dinâmica de crescimento em DAP (diâmetro a altura do peito) de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-EC em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo.*iPF-EC (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipês e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma de *Eucalyptus urophylla*). 63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos sistemas de produção estudados no presente trabalho.	37
Tabela 2. Sobrevivência de <i>Eucalyptus urophylla</i> e <i>Corymbia citriodora</i> em diferentes sistemas de produção, aos quatro meses após o plantio, em Marilac - MG.	43
Tabela 3. Área seccional (m ² /plt) e área basal (m ² /ha) e volume por planta (m ³ /plt) e volume por hectare (m ³ /ha) de <i>Eucalyptus urophylla</i> e <i>Corymbia citriodora</i> em diferentes sistemas de produção, aos 4 anos após o plantio em campo, Marilac - MG.	51
Tabela 4. Altura (m) e diâmetro a altura do peito - DAP (cm), de leguminosas arbóreas e ipês em diferentes sistemas de produção iPF (integração pecuária floresta), aos quatro anos após o plantio em campo, Marilac - MG.	58
Tabela 5. Modelos de regressão linear para espécies exóticas e nativas em Marilac – MG	63

LISTA DE ABREVIATURAS

CV	Coeficiente de variação
C	<i>Corymbia citriodora</i>
DAP	Diâmetro a altura do peito
E	<i>Eucalyptus urophylla</i>
H	Altura total
iPF	integração pecuária floresta
MG	Minas Gerais
Plt	Planta
vol	volume (m ³ por planta)
VOL	Volume (m ³ por hectare)

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcento
°	Grau
'	Minuto
''	Segundo
°C	Grau Celsius
Cm	Centímetro
g	Área seccional
G	Área basal
M	Metro
ha	hectare

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Degradação das pastagens	19
2.2	Sistemas integração pecuária floresta.....	21
2.3	Eucalipto em sistemas de iPF	22
2.4	Espécies arbóreas leguminosas em sistemas de iPF.....	26
2.5	Espécies nativas em iPF	29
2.6	Pesquisas com sistemas iPF no Brasil	30
3	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	Descrição da área experimental	34
3.2	Descrição do experimento	35
3.3	Avaliação das espécies arbóreas	38
3.4	Análise dos dados.....	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1	Sobrevivência e crescimento de eucalipto nos sistemas de produção	43
4.1.1	Sobrevivência	43
4.1.2	Classes de altura e diâmetro a altura do peito (DAP)	45
4.1.3	Produção nos sistemas.....	50
4.2	Sobrevivência e crescimento de leguminosas arbóreas e ipês no sistema de produção	54
4.2.1	Sobrevivência	54
4.2.2	Dinâmica de crescimento em altura total e diâmetro a altura do peito (DAP)	57
5	CONCLUSÃO.....	65
	REFERENCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A pecuária no Brasil é caracterizada como uma atividade de extrema importância econômica e cultural (BOMFIM et al., 2003), com cerca de 172 milhões de hectares de pastagens (BONA; MONTEIRO, 2010), sendo utilizada principalmente para produção de bovinos. Estimativa demonstra que 80% das pastagens cultivadas no Brasil apresentam diferentes estágios de degradação (BOMFIM et al., 2003), afetando diretamente a sustentabilidade da pecuária nacional (PERON; EVANGELISTA, 2004).

Na região do Vale do Rio Doce, e especificamente a microrregião do Médio Rio Doce, representa as áreas em estágio mais avançado de degradação do Estado de Minas Gerais (FLORISBELO, 2006). Nesta região, as florestas nativas foram substituídas por gramíneas nativas ou plantadas, onde há predominância da atividade pecuária, sendo aproximadamente 95% das terras da bacia constituídas por capoeiras e pastagem em diferentes estágios de degradação (BARRETO-NETO; ZOMPROGNO; REIS, 2009).

A erosão do solo tem se tornado um dos maiores problemas ambientais na região do Médio Rio Doce - MG. O fator que acentua a degradação é a característica dos solos da bacia (FLORISBELO, 2006), que apresenta um relevo forte ondulado e/ou montanhoso (VIOLA, 2008), e elevado teor de argila (SILVA et al., 2010). Como consequência destas características, ocorre à diminuição da produtividade das pastagens na região, principalmente nas pequenas propriedades rurais.

Neste contexto o uso de sistema de integração Pecuária-Floresta (iPF), pode ser uma alternativa viável para recuperar e desenvolver pastagens com gramíneas de forma sustentável (PACIULLO et al., 2007). A introdução de árvores nas pastagens é uma intervenção com o intuito de contribuir com melhor desempenho das gramíneas, sendo as árvores responsáveis por oferecer

estabilidade ecológica e produtiva às pastagens (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). O sistemas iPF apresentam um grande potencial principalmente em regiões de clima seco, melhorando a estrutura do solo e aumentando a ciclagem de nutrientes, além de propiciar conforto térmico e, ou alimento (proteína) aos animais (CAJAS-GIRON; SINCLAIR, 2001).

A associação de árvores com pastagens requer conhecimento sobre as características apropriadas das espécies que viabilizem a interação em determinado ecossistema (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). As espécies de árvores introduzidas no sistema devem apresentar características desejáveis, a adaptação a solos de baixa fertilidade, boa produtividade e resistência ao pastejo (OLIVEIRA; SCOLFORO; SILVEIRA, 2000).

Em sistemas iPF recomenda-se a utilização de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio atmosférico em consórcio com gramíneas, técnica essa conhecida como adubação verde (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). Algumas espécies apresentam características promissoras, sendo amplamente recomendadas e estão sendo testadas, como por exemplo, a Leucena (*Leucaena leucocephala*); Gliricídia (*Gliricidia sepium*); Albízia ou Coração-de-negro (*Albizia lebbek*) (DIAS; SOUTO; COSTA, 2007) e (CAJAS-GIRON; SINCLAIR, 2001), e o *Inga edulis*.

Outra espécie recomendada em sistemas iPF é o eucalipto, devido ao crescimento rápido em diferentes habitat, e até mesmo em solos pobres (ANDRADE et al., 2001). Além do elevado rendimento econômico, e variadas aplicações e utilidades da madeira (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010), e o conhecimento tecnológico a respeito da espécie em questão, a facilidade de aquisição de mudas, entre outras (LEITE et al., 2010).

Dentre as espécies de eucalipto, o *Eucalyptus urophylla* é encontrado naturalmente em diversos ambientes tropicais e pode ser cultivado em regiões com déficit hídrico, em virtude da plasticidade atribuída à amplitude de

ocorrência natural e à diversidade ecotípica encontrada no "habitat" dessa espécie (MACEDO et al., 2006).

As pesquisas realizadas com sistemas iPF (Silvipastoris) buscam diferentes respostas quanto à viabilidade, eficiência e à dinâmica do componente arbóreo. Apesar da ampliação gradativa de interesse e pesquisas relacionadas aos sistemas integrados ainda faz se necessário maiores estudos em diferentes regiões do país, como exemplo, a região do médio Rio Doce, onde faltam informações e experiências dirigidas às melhores técnicas e ferramentas para implantação e manejo desses sistemas iPF que são mais complexos e dinâmicos que os monocultivo.

De acordo com Bernardino e Garcia (2010) ainda são escassas as informações científicas a respeito, o que pode ser resultante da complexidade e da longa duração dos sistemas agroflorestais, aliadas ao recente início das pesquisas e ao número relativamente pequeno de técnicos trabalhando com estes sistemas em diferentes regiões do país. No entanto, Macedo, Vale e Venturin (2010), observa que é nítida a infinidade de combinações que a biodiversidade tropical oferece para trabalhar com sistemas iPF (Silvipastoris) e que são possibilidades para atingir a sustentabilidade em sistemas agroflorestais com eucalipto.

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento de eucalipto, espécies arbóreas leguminosas e nativas em diferentes sistemas de produção em Marilac - no Vale do Rio Doce - MG – quatro anos após o plantio em campo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Degradação das pastagens

A bacia hidrográfica do Rio Doce é uma das principais do Estado de Minas Gerais, apresenta uma significativa extensão territorial, com cerca de 83.400 km², dos quais 86% pertencem a este Estado e o restante ao Estado do Espírito Santo, abrangendo uma população total da ordem de 3,1 milhões de habitantes (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, ANA, 2001). Está incluída na província florestal atlântica, também denominada mata atlântica (VIOLA, 2008), inserida no domínio de terras elevadas do leste atlântico brasileiro (ALBUQUERQUE FILHO et al., 2008).

O município de Marilac - MG, pertence à região e o uso atual do solo é ocupado principalmente por atividade pecuária de leite e corte (VIOLA, 2008), por meio da técnica de pecuária extensiva, principalmente entre os pequenos produtores rurais. A vegetação nativa foi substituída por pastagens naturais ou plantada e encontra-se em diferentes estágios de degradação (BARRETO-NETO; ZOMPROGNO; REIS, 2009). De acordo com Florisbelo (2006), o Vale do Rio Doce, e especificamente, a microrregião do Médio Rio Doce representa as áreas em estágio mais avançado de degradação do Estado de Minas Gerais.

Os diferentes estágios de degradação das pastagens na região é efeito da ação antrópica realizada de forma insustentável, consequência da forma de uso do solo (FÁVERO; LOVO; MENDONÇA, 2008). A degradação da pastagem ocorre devido a vários fatores, como o manejo inadequado (BOMFIM et al., 2003), o uso do fogo e desrespeito a capacidade máxima de suporte das pastagens que são considerados os maiores causadores de impactos negativos (SILVA et al., 2010). Além da utilização extrativista e extensiva (SILVA et al.,

2004), a escolha incorreta da espécie forrageira, a má formação inicial, a falta de adubação de manutenção (PERON; EVANGELISTA, 2004), entre outras.

O declínio gradual da fertilidade do solo é sugerido como o principal fator de degradação de pastagens (EUCLIDES, 2000), principalmente pela perda de N (Nitrogênio) (NORONHA et al., 2010), resultando no aparecimento de áreas descobertas, povoadas por invasoras de folhas largas ou por gramíneas de baixo valor nutritivo (VITOR et al., 2008). Em situações mais graves, a redução da cobertura vegetal se acentua e as perdas do solo por erosão são facilitadas (BOTREL; CRUZ FILHO; CARVALHO, 1988) e (BOMFIM et al., 2003). Peron e Evangelista (2004) afirmaram que a degradação das pastagens tem afetado diretamente a sustentabilidade da pecuária nacional.

Essas pastagens são constituídas por espécies forrageiras nativas ou cultivadas (PACIULLO et al., 2007). O capim-gordura (*Melinis minutiflora*) é um exemplo de gramínea utilizada nessas áreas de pastagens, no entanto geralmente são gradualmente substituídas por gramíneas mais produtivas (VITOR et al., 2008). Atualmente o gênero mais utilizado nas pastagens brasileiras é o *Brachiaria* spp, representando 55% da área total (BONA; MONTEIRO, 2010), devido sua boa adaptação a regiões de solos ácidos e de baixa fertilidade natural (BOMFIM et al., 2003), por apresentar estas vantagens vem sendo amplamente utilizadas (OLIVEIRA et al., 2007) em solos com deficiências nutricionais (BOMFIM et al., 2003).

De modo o atual paradigma na pecuária nacional, e na região do Vale do Rio Doce, objetiva em manter ao longo do tempo e do espaço um determinado padrão de quantidade de matéria produzida e qualidade nutricional dessas pastagens, que se encontra em diferentes estágios de degradação (PERON; EVANGELISTA, 2004), o que provoca subutilização da área cultivada por meio de um processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade e da capacidade de regeneração natural de uma dada pastagem

(SILVA et al., 2004). Consequentemente a capacidade de superar os efeitos indesejáveis, fragilizando as pastagens e consequentemente surgindo pragas, doenças e plantas invasoras/indicadoras (PERON; EVANGELISTA, 2004).

Neste contexto o uso de sistemas silvipastoril (iPF) pode ser uma alternativa viável para recuperar e desenvolver técnicas de manejo das pastagens com gramíneas de forma sustentável (PACIULLO et al., 2007).

2.2 Sistemas integração pecuária floresta

Em regiões onde predomina a cultura da pecuária extensiva e consequentemente pastagens degradadas, as árvores podem oferecer um equilíbrio de efeitos positivos e negativos sobre o crescimento do sub-bosque, em parte, depende das espécies de árvores, densidade e fase de crescimento (AINSWORTH; MOE; SKARPE, 2012).

O sistema integração pecuária floresta (iPF), é a combinação no mesmo espaço, por meio da estratificação vertical, de espécies forrageiras e arbóreas oferecendo uma dinâmica de variação de condições ambientais e recursos disponíveis ao longo do tempo (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010), e que é utilizado em muitos locais no mundo, (KUMAR; GEORGE; SURESH, 2001), como México, Indonésia, entre outros.

As árvores podem contribuir positivamente no sistema produtivo, originando benefícios econômicos, diversificando a renda do produtor rural, oferecendo outros produtos como a madeira e produtos não-madeireiros advindos das árvores, suprimindo a demanda de madeira no Brasil e ao mesmo tempo recuperar pastagens em diferentes estágios de degradação (OLIVEIRA et al., 2010). Além de proporcionar bem estar animal, Souza et al. (2010), observaram que a presença de árvores melhora as condições ambientais e o conforto térmico, proporcionando bem estar do animal.

A associação de árvores com pastagens requer conhecimento sobre as características apropriadas de espécies e que viabilizem a essa associação em determinado ecossistema (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). As espécies arbóreas escolhidas para implantação em pastagens devem permitir o plantio sem necessidade de proteção das mudas e na presença de animais, reduzindo o custo da arborização e permitindo a introdução de espécies dentro das condições de rentabilidade do setor, principalmente para a pecuária extensiva (DIAS; SOUTO; COSTA, 2007), diversificando a renda da propriedade, especialmente as pequenas propriedades rurais.

No sistema integração pecuária floresta (iPF), ocorre à introdução de árvores com pastagens e requer conhecimento sobre as características apropriadas das espécies que viabilizem a associação em determinado ecossistema (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). O arranjo silvipastoril (iPF) vem se tornando cada vez mais um importante sistema de produção e apresenta vantagens ecológicas e econômicas quando comparadas aos monocultivo (FICK, 2011). Para planejamento correto da composição e do arranjo é necessário à utilização de espécies com características desejáveis, como a adaptação a solos de baixa fertilidade, que apresentem boa produtividade e resistência ao pastejo (OLIVEIRA; SCOLFORO; SILVEIRA, 2000).

Na escolha das espécies que compõe um sistema iPF a arquitetura da copa e orientação da copa das plantas no espaço desempenha um papel vital em interceptar a radiação solar recebida (KUMAR; GEORGE; SURESH, 2001), pois as árvores apresentam variações quanto à densidade e tamanho de copas, até no mesmo gênero (OLIVEIRA NETO et al., 2010).

2.3 Eucalipto em sistemas de iPF

A utilização de eucalipto em sistemas iPF retoma ao início do século passado, sendo que o primeiro relato de experiência do eucalipto em sistemas Agroflorestais ocorreu em 1918, onde foi relatado a criação de ovinos em pastoreio sob florestas, e o primeiro trabalho do ponto de vista científico foi de Gurgel Filho (1962), citado por (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010).

Vários autores realizaram estudos sobre sistemas agroflorestais com eucalipto, sendo que Macedo Vale e Venturin (2010), no livro: Eucalipto em Sistemas Agroflorestais; apresenta sistematicamente a diversidade de possibilidade de utilização do eucalipto, relatando experiências de sistemas Silviagrícolas, Agrossilvipastoris e Silvipastoris tendo Eucalipto com espécie chave.

A literatura cita mais de 30 espécies de eucaliptos consideradas como potencialmente promissoras para diferentes regiões do Brasil, com diferentes arquiteturas de copa (ALMEIDA; COUTO, 1991), considerando as características positivas como a diversidade de suas espécies (e consequentes possibilidade de usos), capacidade produtiva e a adaptabilidade a diversos sistemas (CARVALHO et al., 2010).

Dentre as principais características do gênero se destaca a presença de um alburno delgado com coloração clara; madeira apresenta pouco brilho, grã-direita a reversa e massa específica, com valores oscilando de 0,40 a 1,20 g/cm³, sendo de macia a moderadamente dura ao corte (OLIVEIRA, 2003; SOUZA, et al., 2009).

Na literatura vários autores sugerem a inserção do eucalipto em sistemas silvipastoris sequenciais como forma de melhorar atributos qualitativos das pastagens. Sendo que o eucalipto constitui-se em uma das melhores opções existentes para utilização em sistemas silvipastoris, devido à sua elevada capacidade de produção de madeira, mesmo em solos pobres (ANDRADE et al., 2001).

Outro aspecto é a possível produção de madeira de maior diâmetro e volume individual e, conseqüentemente, maior valor comercial, sendo que os resultados indicam a possibilidade dos arranjos com espaços maiores superarem o volume por hectare de plantios mais adensados (OLIVEIRA et al., 2010). No entanto Vale et al. (2002) pondera que nos espaçamentos maiores verifica-se a plena disponibilidade de luz, e ocorre a necessidade de realizar a desrama que aumenta custos de manutenção do sistema.

A matéria orgânica é um dos fatores mais importantes visando melhorar as características físicas dos solos, pois é um dos principais agentes de agregação das partículas do solo e, o aumento do teor de carbono orgânico é diretamente relacionado à melhoria da agregação do solo (CASTRO FILHO, 2002), possibilitando melhor estabelecimento do sistema radicular das plantas e conseqüente maior produção de biomassa. No noroeste do Estado de Minas Gerais estudo realizado por Neves et al. (2004), observaram uma tendência de aumento do estoque do carbono com o passar dos anos em sistemas agrossilvipastoril com eucalipto.

Neves et al. (2009) avaliaram os atributos biológicos (carbono da biomassa microbiana, respiração basal e quociente microbiano) e, concluiu que com o progresso do sistema agrossilvipastoril com eucalipto houve uma recuperação do carbono da biomassa microbiana, que é considerado um importante indicador de sustentabilidade do sistema.

De forma que o eucalipto fornece ao sistema sustentabilidade econômica, social e ambientalmente (FICK, 2011). No entanto, cabe ressaltar que o sucesso da agrossilvicultura, especialmente com eucalipto, está fundamentado na adoção de planejamento criterioso, com base no levantamento minucioso de informações técnicas e econômicas (SALLES et al., 2012).

Nas áreas montanhosas da Zona da Mata mineira, Brasil, foi avaliado a viabilidade econômica de um sistema agrossilvipastoril com *Eucalyptus grandis*

no segundo desbaste, e observaram que o produto madeira oferece maior segurança econômica ao sistema, devido a seu maior valor agregado (MÜLLER et al., 2011). Na região do cerrado estudo concluiu que sistema agrosilvipastoril com eucalipto é viável, desde que, no mínimo, 5% da madeira produzida seja utilizada para serraria (OLIVEIRA; SCOLFORO; SILVEIRA, 2000). Os atributos técnicos a madeira do eucalipto vem ganhando espaço no mercado por meio da diversificação de sua utilização, até pouco tempo destinada apenas indústria de celulose (CARVALHO et al., 2010). No entanto a utilização de madeira do gênero *Eucalyptus* provenientes de reflorestamentos para serraria é crescente no Brasil (VALE et al., 2002). Outro incentivo que pode ser citado é no estado de Minas Gerais, onde a companhia de eletricidade utiliza madeira de árvores de eucalipto oriundas de sistemas agrofloretais (SAF) como postes da rede (SILVEIRA et al., 2011).

O *Eucalyptus urophylla* é indicado para lenha e carvão vegetal, papel e celulose, postes, dormentes e mourões, estrutura e construções civis e móveis (OLIVEIRA NETO et al., 2010).

O *Corymbia citriodora* é uma espécie cuja madeira é utilizada como dormentes, mourões, vigas, caibros, ripas, tábuas e postes, na produção de lenha e de carvão, de óleos essenciais (OLIVEIRA NETO et al., 2010).

A sustentabilidade de sistemas silvipastoris constituídos por gramíneas e eucaliptos, implantados em solos distróficos e álicos como os da região dos Cerrados, sem uma fonte externa de N, precisam ser mais bem investigados (ANDRADE et al., 2001). Cabe ressaltar que uma possível alternativa é a introdução de leguminosas arbóreas ao sistema.

Xavier et al. (2011), observaram que a introdução de leguminosas arbóreas, juntamente com o eucalipto em pastagens de braquiária proporciona um aumento em deposição serapilheira e influencia na dinâmica de forma positiva, com diferenças significativas entre as pastagens com eucalipto e

leguminosas e a pastagem em monocultivo, com valores de 837 e de 623 kg ha⁻¹ por mês de massa de matéria seca (MS), respectivamente para ambos os sistemas. Assim como a quantidades de N da serapilheira existente e da depositada, não alterou o tempo de deposição do resíduo na pastagem. Sugerindo que ao longo do tempo, o N presente na serapilheira pode contribuir de forma positiva com a sustentabilidade das pastagens de braquiária.

2.4 Espécies arbóreas leguminosas em sistemas de iPF

A aplicação de técnicas agroflorestais pode consolidar ou aumentar a produtividade de sistemas Silvopastoris, ou pelo menos evitar a perda de produtividade ao longo dos anos (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). A seleção adequada das espécies é fundamental para sucesso do sistema implantado (MURGUEITIO et al., 2011). A mistura de espécies também apresenta grande potencial de proporcionar enriquecimento do sítio por meio dos processos de dinâmica de nutrientes da serapilheira e da disponibilidade de recurso no local (KUMAR; GEORGE; SURESH, 2001).

Espécies leguminosas forrageiras fixadoras de nitrogênio atmosférico em consórcio com gramíneas podem ser uma alternativa para contribuir com o sistema (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010), por estabelecerem simbiose com bactérias fixadoras de N atmosférico (FÁVERO; LOVO; MENDONÇA, 2008). De acordo com as características fisiológicas dessas plantas, leguminosas, de ciclo C3, e gramíneas, de ciclo C4, há grande possibilidade de sucesso no consórcio, já que o nível ótimo de luz para as espécies C3 é inferior ao das C4. Com isso, espera-se redução na agressividade da gramínea, equilibrando o crescimento entre as forrageiras, apesar de possíveis dificuldades de manejo (BERNARDINO; GARCIA, 2010).

A utilização de leguminosas forrageiras proporciona vantagens, como: redução do uso de nitrogênio no sistema; melhoria da qualidade da dieta dos animais em pastejo; melhor cobertura do solo; e redução do custo da alimentação (BALBINO et al., 2011). Além de oferecer condições favoráveis à fauna, pela deposição da serapilheira, diminuindo a relação C/N sob a sua copa. Contribuindo com o aumento da densidade, riqueza e diversidade da fauna de solo (DIAS et al., 2006).

Uma opção pouco considerada para incorporar N ao ecossistema da pastagem é a utilização de leguminosas arbóreas fixadoras de N (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010), que apresentam como principal vantagem a facilidade de manejo quando comparado com as leguminosas herbáceas (BERNARDINO; GARCIA, 2010).

Na implantação de sistemas iPF, algumas espécies leguminosas arbóreas estão sendo testadas e apresentam características promissoras sendo amplamente recomendadas, como por exemplo, a leucena (*Leucaena leucocephala*); (*Gliricidia sepium*); albízia ou coração-de-negro (*Albizia lebbek*) (DIAS; SOUTO; COSTA, 2007; CAJAS-GIRON; SINCLAIR, 2001). Uma das principais características a ser observadas nessas espécies em sistemas silvipastoris é o grau de sua aceitabilidade na dieta pelos animais, pois os mesmos pastejam seletivamente, escolhendo as forrageiras de melhor qualidade (DIAS et al., 2008).

A *Leucaena leucocephala* é um arbusto ou árvore da família Leguminosae, subfamília Mimosoideae, originária da América Central. Apresenta como principal característica o rápido crescimento, e a fixação de nitrogênio sendo indicada para a recuperação da cobertura vegetal e reabilitação de áreas degradadas (COSTA; DURIGAN, 2010), e proporciona um aumento na C orgânico e da biomassa microbiana (BALOTA; CHAVES, 2011).

No México as sementes de leucena têm sido usadas para o consumo humano por milhares de anos. A espécie é utilizada como fonte de alimento para gado por pequenos produtores asiáticos no leste da Indonésia, mas pecuaristas australianos foram os primeiros a realizar plantios comerciais integrados com gramíneas, a partir do ano de 1970 (MURGUEITIO et al., 2011).

Na América latina é a espécie que apresentou os melhores resultados até agora (MURGUEITIO et al., 2011), sendo uma planta altamente nutritiva (ALMEIDA et al., 2006). Além de apresentar alta palatabilidade, valor forrageiro e serve, principalmente, para suplementação da alimentação dos animais em período de escassez de forragem (DIAS; SOUTO; COSTA, 2007). No entanto, é considerada uma espécie agressiva e invasora, mas acredita-se que o manejo adequado possa controlar facilmente essas características adversas, por meio de técnicas como a poda (COSTA; DURIGAN, 2010), ou mesmo o pastejo.

A *sepium* é uma leguminosa de porte médio, nativa do México, América Central e norte da América do Sul (COSTA et al., 2004). A espécie apresenta um crescimento rápido, e profundo enraizamento o que lhe confere tolerância à seca. Igualmente, suporta a realização de cortes periódicos, como consequência da sua alta capacidade de rebrota (FARIAS et al., 2009). É considerada uma espécie de múltiplos usos, tais como para forragem, reflorestamento, fertilização, entre outros (CIRNE et al., 2012). É usada para sombreamento de cacauzeiros (COSTA et al., 2004), geralmente é plantada em cercas-vivas nas propriedades e, recentemente, tem sido plantada nos campos de cultivo sendo sua madeira utilizada para lenha (MARIN et al., 2006).

A espécie se adapta há vários de tipos de solos, onde em solos pobres de tabuleiros do sul do Estado da Bahia apresentou bom desenvolvimento, com elevadas produções de biomassa (COSTA et al., 2004). Segundo Jalonen, Nygren e Sierra, (2009), foi observado que a espécie tem a capacidade de

fornecer entradas de até 400 kg N ha⁻¹ano⁻¹. No Agreste paraibano é utilizada devido à sua alta capacidade de produzir biomassa em condições de baixa disponibilidade hídrica (MARIN et al., 2006). Devido ao seu alto teor de proteína, 20% a 30% de glirícidia é recomendado como alimento volumoso para bovinos, ovinos e caprinos (CIRNE et al., 2012).

A *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. (Fabaceae) é uma espécie da Ásia tropical, encontrada na Índia, África do Sul e Austrália. No Brasil é conhecida popularmente como coração-de-negro ou albizia e é utilizada na arborização urbana e como fitoterápico na medicina tradicional (MIRANDA et al., 2009). Espécie de rápido crescimento com habilidade para fixar nitrogênio e melhorar a estrutura do solo, especialmente em áreas degradadas, tem usos múltiplos e facilidade para consórcio com culturas agrícolas (REGO et al., 2005). Apresenta grande potencial forrageiro por conter grande quantidade de proteínas (>22-24%) e apresenta boa digestibilidade aos animais (MONTEJO; LOPEZ; LAMELA, 2010).

2.5 Espécies nativas em iPF

A espécie *Inga edulis* Martius (Leguminosae-Mimosaceae) produz um fruto comestível e é amplamente distribuída nas florestas secundárias tropicais das Américas Central e do Sul (DIAS; SOUZA; ROGEZ, 2010). No Brasil, está presente na costa atlântica do Ceará até o litoral norte de Santa Catarina. Tem altura de 5 a 10 metros (POSSETTE; RODRIGUES, 2010), e em pesquisa foi observada a capacidade de proporcionar boas coberturas do solo tanto pela quantidade quanto pela permanência dos resíduos na superfície e favorecendo a produtividade da cultura de grãos (LEITE et al., 2008).

A família Bignoniaceae engloba aproximadamente 120 gêneros e 800 espécies (LEMOS et al., 2012). As espécies desta família pertencentes ao

gênero *Tabebuia* são encontradas nas Américas do Sul e Central e, conhecidas popularmente como “ipês” (GARCEZ et al., 2007). Em levantamento realizado na Colômbia relacionado espécies arbóreas com pastagens, foram citados por vários agricultores a utilização de espécies arbóreas em consórcios com pastagens e a utilização da madeira das mesmas (CAJAS-GIRON; SINCLAIR, 2001), ou para fins ornamentais e medicinais.

A madeira do ipê é empregada em marcenaria, construções pesadas e estruturas externas, tanto civis quanto navais (SOUSA et al., 2009). A árvore é utilizada em paisagismo e arborização urbanas devido à suas atrativas flores amarelas (DOUSSEAU et al., 2008).

A espécie *Handroanthus vellosi* (Toledo) Mattos é conhecida como ipê-amarelo (ESPÍRITO SANTO; SILVA-CASTRO; RAPINI, 2012). A *Handroanthus impetiginosus* é popularmente conhecida como ipê-roxo, é uma planta medicinal, nativa das florestas tropicais e do cerrado (savana) em toda América Central e América do Sul (SOUSA et al., 2009). Foi segregada por meio do gênero *Tabebuia* Gomes ex DC, como resultado de estudos de filogenia molecular (JAUSORO; LLORENTE; APÓSTOLO, 2010).

2.6 Pesquisas com sistemas iPF no Brasil

As pesquisas com sistemas silvipastoris no Brasil iniciaram-se no final da década de 1970 e foram concentradas, no Estado de Minas Gerais, onde se encontra a maioria das atividades de reflorestamento com a espécie eucalipto (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010) e outros estudos são encontrados no estado do Paraná, (BERNARDINO; GARCIA, 2010), devido às vantagens de ordem econômica, social e ecológica em relação aos sistemas de produção tradicionais (OLIVEIRA et al., 2008).

As pesquisas realizadas buscam diferentes respostas quanto à viabilidade e eficiência dos sistemas Silvopastoril, (iPF) relacionadas à dinâmica do componente arbóreo. MACEDO et al. (2006) avaliou a sobrevivência, altura, volume/árvore e volume/ha dos clones de *E. urophylla* e *E. camaldulensis* em experimento em Paracatu - MG. Oliveira et al. (2008), estudou a prognose de produção de madeira aos 21 anos de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em consórcio com pastagens avaliando o DAP (Diâmetro a Altura do Peito) e Altura das árvores aos 4 anos de idade. E Kruschewsky et al. (2007) observou o incremento médio anual do volume por hectare em sistema agrossilvipastoril sequencial, constituído pelo plantio de mudas clonais de um híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, selecionado para produção de madeira para serraria.

Oliveira et al. (2010) avaliaram a dinâmica de crescimento e produtividade de eucalipto, sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril nas regiões do Cerrado, observando em diferentes épocas a área basal por planta e por hectare, o volume por planta (utilizando o fator de forma igual a 0,4), o volume por hectare e o incremento médio anual do volume por hectare.

Salles et al. (2012) definiram o modelo de *Clutter* como a melhor forma de estimar o crescimento e a produção de clones de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Bernardino e Garcia (2010) e Tsukamoto Filho et al. (2004) quantificaram a fixação de carbono em sistemas agrossilvipastoril com eucalipto no cerrado de Minas Gerais. Fick (2011) recomenda a utilização de amostragem sistemática para aferir o crescimento do componente florestal em sistemas silvipastoris (iPF), e similar (agroflorestais e agrossilvipastoris), com inventários em intensidades de 5%, 10%, 20%. Sendo a menor intensidade amostral já o suficiente para avaliar quantidade de madeira em sistemas silvipastoril com eucalipto.

Outras pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de avaliar o desempenho do componente forragem em sistemas agrossilvipastoris, entre eles pode se citar Andrade et al. (2003) que estudaram o desempenho de gramíneas forrageiras em sistema silvipastoril na região dos Cerrados de Minas Gerais, avaliando a disponibilidade de matéria seca total no sub-bosque, a cobertura do solo e, novamente, a participação da leguminosa no sub-bosque. Paciullo et al. (2010) observaram o efeito da distância do renque de árvores (*Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*) na densidade do solo e na biomassa aérea e de raízes de *Brachiaria decumbens*, nas épocas seca e chuvosa.

Oliveira et al. (2007) avaliaram a produtividade quantitativa e qualitativa de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu com diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto, observando a produtividade de matéria seca produzida. Bernardino et al. (2011) estudaram a matéria seca em sistema agrossilvipastoril implantado em novembro de 1999 com um clone de *Eucalyptus camaldulensis* plantado com espaçamento de 10 m entre linhas e 4 m entre árvores.

Carvalho, Freitas e Xavier (2002) estudaram gramíneas forrageiras tropicais (entre as quais o *Brachiaria brizantha* cv. Marandu) quanto ao seu valor nutritivo, florescimento, e produção de matéria seca quando sombreadas por árvores de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) e concluiu que o valor nutritivo das gramíneas é favorecido pelo sombreamento natural de angico-vermelho, mesmo quando não há redução no crescimento.

A *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola* desenvolvem rapidamente ajustes fenotípicos, de forma a compensar a baixa interceptação luminosa em sistema iPF (BERNARDINO; GARCIA, 2010; DIAS-FILHO, 2002). Xavier et al. (2011) observaram a serapilheira depositada e quantidade de nitrogênio em pastagem de braquiária onde foram introduzidas leguminosas arbóreas e eucalipto formando sistema silvipastoril. Andrade, Valentim e

Carneiro (2002), observou que as árvores de baginha (*Stryphnodendron guianense*), proporcionam efeito positivo sobre a fertilidade do solo da pastagem, notadamente sobre o conteúdo de matéria orgânica e de nitrogênio.

Apesar da ampliação gradativa de interesse e pesquisas relacionadas aos sistemas integrados, ainda são necessários mais estudos em diferentes regiões do país, como exemplo, a região do médio Rio Doce, onde faltam informações e experiências dirigidas às melhores técnicas e ferramentas para implantação e manejo desses sistemas silvipastoris que são mais complexos e dinâmicos que o monocultivo. Apresentando como uma alternativa promissora para região, principalmente os pecuaristas em pequenas propriedades.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi instalado em uma propriedade rural no município de Marilac, localizado na microrregião do Médio Rio Doce na região do Leste do Estado de Minas Gerais.

A cidade de Marilac (Figura 1) localiza-se a aproximadamente 57 km da cidade de Governador Valadares - MG. O clima da região é classificado segundo Köppen (1948) como AW - tropical subquente e subseco, com inverno seco e chuvas concentradas no verão com temperatura média anual em torno de 25,6 °C, com máximas de 28,7 °C e mínimas de 18,3 °C (FAVERO, 2001). O período tipicamente chuvoso, na região, compreende os meses de novembro a março e Alencar et al. (2009), observaram uma variação na pluviosidade média anual entre 1000 mm e 1300 mm.

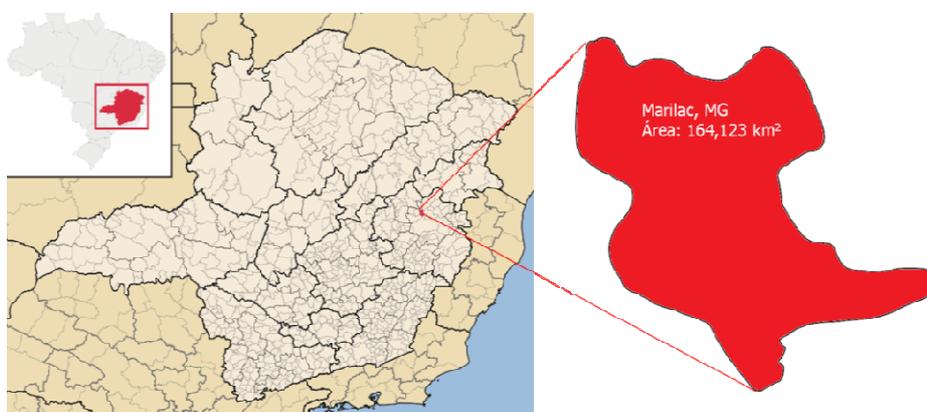


Figura 1 Localização da cidade de Marilac, na região do Vale do Rio Doce - MG.

As coordenadas geográficas do ponto central da área de estudo são: 18° 32' 17" de Latitude Sul e 42° 05' 07" de Longitude Oeste e; altitude de

aproximadamente 270 m. A topografia da área é suave ondulada e o solo é o Latossolo Vermelho-Amarelo. Anteriormente a área foi ocupada por pastagem degradada de braquiária (*Brachiaria spp.*) e capim-gordura (*Melinis minutiflora*).

3.2 Descrição do experimento

O experimento foi implantado conforme um delineamento em blocos inteiramente casualizados, constituído de seis sistemas de produção e quatro repetições, totalizando uma área de 3,0 hectares.

Os sistemas de produção 1, 2 e 5, de integração pecuária floresta (iPF), foram constituídos por faixas de árvores (10 m de largura) intercaladas por área de pastagem com 8 m de largura (Figura 2a), sendo as faixas orientadas no sentido leste/oeste e perpendicular à declividade do terreno. As faixas de árvores foram constituídas por cinco linhas de espécies arbóreas, sendo as duas linhas da extremidade compostas pelas seguintes leguminosas: glirícidia (*Gliricidia sepium*), albizia (*Albizia lebbek*), leucena (*Leucaena leucocephala*) e ingá (*Inga edulis*), intercaladas por ipê-amarelo (*Handroanthus vellosi*) e ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), cujo espaçamento utilizado foi de 2 m x 3 m.

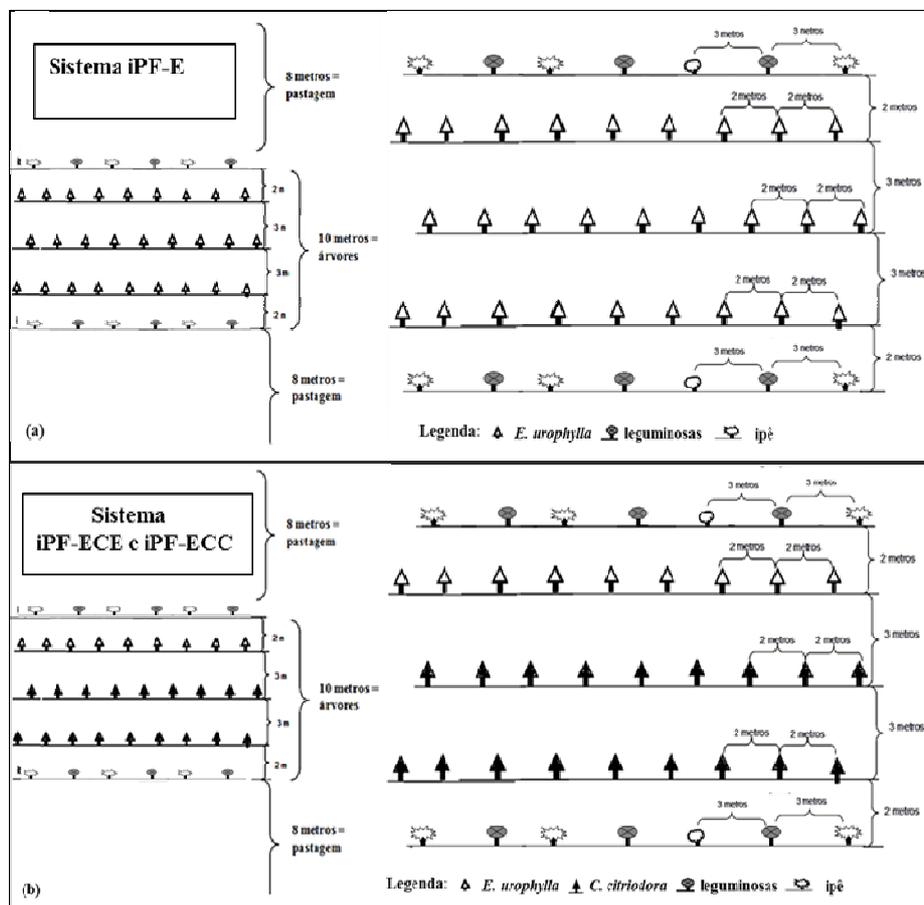


Figura 2 Esquema ilustrativo do arranjo espacial dos sistemas de produção que envolveu integração pecuária floresta (iPF). (a) iPF-E (três linhas de *Eucalyptus urophylla*). (b) iPF-ECC e iPF-ECE (duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*).

As três linhas centrais da faixa de árvores seguiram um espaçamento de 3 m x 2 m e foram constituídas por *E. urophylla* no sistema 1 (iPF-E); e duas linhas de *C. citriodora* intercaladas e uma linha de *E. urophylla* no sistema 2 (iPF-ECE) (Figura 2b), e no sistema 5 (iPF-ECC). Porém no sistema 2 (iPF-ECE) a avaliação foi realizada no *E. urophylla* e no sistema 5 (iPF-ECC) a avaliação foi realizada no *C. citriodora*.

Em uma área adjacente à destinada a implantação do sistema de iPF, no mesmo nível do terreno, foi implantado o sistema de monocultivo constituído por *Eucalyptus urophylla* no espaçamento 3 m x 2 m. E o sistema de consórcio de duas linhas de *C. citriodora* intercaladas e uma linha de *E. urophylla* no sistema 4 (Consórcio-E) (Figura 2b), e no sistema 6 (Consórcio-C), no espaçamento 3 m x 2 m. Porém no sistema 4 (Consórcio-E) a avaliação foi direcionada para o comportamento silvicultura, somente do *E. urophylla*. E no sistema 6 (Consórcio-C), a avaliação foi direcionada para o *C. citriodora*. A nomenclatura atribuída aos diferentes sistemas de produção é apresentada na tabela 1.

Tabela 1 Descrição dos sistemas de produção estudados no presente trabalho.

Sistema de produção	Sigla
1 Integração pecuária floresta com <i>E. urophylla</i>	iPF-E
2 Integração pecuária floresta com <i>E. urophylla</i>	iPF-ECE*
3 Monocultivo de <i>E. urophylla</i>	Monocultivo
4 Consórcio de <i>E. urophylla</i>	Consórcio-E*
5 Integração pecuária floresta com <i>C. citriodora</i>	iPF-ECC**
6 Consórcio de <i>C. citriodora</i>	Consórcio-C**

*: Foi avaliado somente o *E. urophylla*. **: Foi avaliado somente o *C. citriodora*.

Para implantação dos seis sistemas de produção, foi realizado o preparo da área para o plantio das mudas por meio de roçada manual da área total; o combate a formigas por meio da aplicação de formicida (isca); alinhamento, coroamento e abertura de covas de dimensões 30 cm x 30 cm x 30 cm; aplicação de 150 g de fosfato natural reativo no fundo da cova; 20 g de calcário dolomítico em mistura à terra da cova e preenchimento da mesma.

As mudas, utilizadas para implantação dos seis sistemas de produção, foram provenientes de sementes, produzidas e inoculadas em um Viveiro Florestal na mesma propriedade rural onde o experimento foi implantado,

exceto para as mudas de gliricídia (*Gliricidia sepium*) e albizia (*Albizia lebbek*) que foram doadas pela Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. Antes do plantio em campo as mudas foram imersas em solução contendo cupinícida (Regent 20 G, recomendação de 1,5% v/v). O plantio foi realizado em fevereiro de 2008 e foi realizado com a abertura de uma coveta central nas covas, abertas com auxílio de um chuchu. Após o plantio foi realizada a adubação, com a aplicação de 120 g de NPK (Formulação: 4-30-10), distribuídas igualmente (60 g + 60 g) em duas covetas laterais na cova, distanciadas de 15 cm da muda.

Nove meses após o plantio das mudas em campo, no início do período chuvoso, foi realizada a adubação de cobertura com a aplicação de 80 g de KCl e 5 g de ácido bórico por planta, sendo que a aplicação foi realizada em faixas laterais na projeção da copa e distanciadas aproximadamente 50 cm do coleto da planta.

Periodicamente foi realizada a eliminação da mato-competição às plantas, por meio de roçada manual. O monitoramento e combate às formigas foram realizados continuamente.

O gado foi inserido na área para pastoreio um ano após o plantio das mudas de espécies arbóreas.

3.3 Avaliação das espécies arbóreas

Aos 12 meses após a implantação dos sistemas de produção (Figura 3A; 3B), foram estabelecidas quatro parcelas permanentes de 180 m² (18 m x 10 m) em cada sistema de produção, totalizando 24 parcelas, sendo mensuradas 648 árvores. Em todas as parcelas, avaliou-se anualmente a sobrevivência, altura total e circunferência das árvores (CAP), mensurada a 1,30 m do solo.



Figura 3 Área experimental em Marilac - MG aos quatro anos após implantação de sistema de produção com *Eucalyptus urophylla*, *Corymbia citriodora*, leguminosas arbóreas e ipês. A – Visão geral da área. B – Sistema de integração pecuária floresta (iPF).

Para elaboração do presente estudo foram utilizados os dados da avaliação realizada em 2012, aos quatro anos após a implantação dos sistemas de produção para as espécies *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* e do histórico de avaliação (1, 2, 3 e 4 anos) para as leguminosas e ipês.

Para as medições da altura total das árvores utilizou-se uma vara telescópica. Para as medições da CAP, utilizou-se uma fita métrica. Para fins de análise, os dados de CAP foram transformados para diâmetro à altura do peito (DAP), por meio da divisão do CAP de cada planta por π ($\pi = 3, 1416\dots$). A sobrevivência das espécies foi determinada com base na contagem das plantas vivas, estabelecida de forma proporcional ao número total de plantas da parcela, obtendo-se, a porcentagem de plantas remanescentes.

Com os dados obtidos aos quatro anos após plantio em campo, foi calculada a área seccional por planta (g/ m^2), a área basal por hectare (G/ha), o volume por planta (V/pl) e por hectare (V/ha). Sendo que a área seccional por planta de cada parcela foi calculada por meio da fórmula:

A área seccional em m^2 por árvore foi determinada por meio da fórmula:

$$g = \frac{\pi (DAP)^2}{40.000}$$

Onde,

g = área seccional por árvore em m^2 ;

DAP = diâmetro em centímetros.

π : constante (3, 141592654...);

DAP: diâmetro à altura do peito (cm)

Árvores com bifurcação foi calculado o diâmetro equivalente, por meio da fórmula:

$$\text{Diâmetro equivalente} = \sqrt{\sum DAP^2}$$

A área basal (G) foi determinada pelas fórmulas:

$$G = \sum_n \frac{g}{A} * 10.000$$

onde:

G = área basal da parcela ($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$);

A = área da parcela útil em função da quantidade de plantas;

g = área seccional individual (m^2), calculada para cada árvore no interior da parcela.

O volume em m^3 por planta de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, foi calculado utilizando a fórmula:

$$v = gi . ht . f$$

onde:

v = volume por planta;

gi = área seccional por árvore;

ht = altura total por árvore;

f = fator de forma, sendo para ambas as espécies o valor de 0,42.

O volume por hectare ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) foi calculado utilizando as seguintes fórmulas:

$$Vt = \sum_n \frac{Vi}{A} * 10.000$$

onde:

V_i = volume de madeira por árvore i ;

A = área da parcela útil em função da quantidade de plantas;

V_t = volume total ($m^3 ha^{-1}$);

3.4 Análise dos dados

Os dados de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, aos quatro anos após plantio nos diferentes sistemas de produção, foram submetidos ao teste de normalidade (Lilliefors) e de homogeneidade das variâncias (Cochran). Atendendo a estas pressuposições os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) (teste F a 5% de probabilidade) e ao verificar diferenças significativas, foi realizado o teste de média (Teste Tukey, a 5% de probabilidade). Os dados de altura total e diâmetro a altura do peito (DAP) foram submetidos a análises descritivas e gráficas, sendo que para a análise de frequência das classes de altura foi utilizado intervalo de 4 m e para o DAP intervalos de quatro cm. As análises foram realizadas empregando o software STATISTIC 8.0 (STATSOFT INC., 2008).

Para a análise do crescimento das leguminosas arbóreas e ipês, foram realizadas análises de regressão e, para escolha das equações foi considerado o coeficiente de determinação (R^2), a significância dos coeficientes e o significado biológico dos modelos. As análises foram realizadas empregando o software STATISTIC 8.0 (STATSOFT INC., 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Sobrevivência e crescimento de eucalipto nos sistemas de produção

4.1.1 Sobrevivência

Aos quatro anos após o plantio em campo a taxa de sobrevivência de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* foi superior a 80% e não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as espécies nos respectivos sistemas de produção (Tabela 2). A taxa de sobrevivência do *Eucalyptus urophylla* foi de 87,3% no sistema iPF-E (Tabela 2), e 81,48%, nos sistemas de monocultivo e consórcio-E. Macedo et al. (2006), ressaltaram que sob as condições de campo, espécies florestais de diferentes gêneros se diferem em suas expressões fenotípicas de adaptação e de vigor.

Tabela 2 Sobrevivência de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* em diferentes sistemas de produção, aos quatro meses após o plantio, em Marilac - MG.

Espécie	Sistemas de Produção	Taxa de sobrevivência (%)
<i>E. urophylla</i>	iPF-E	87,03 a
<i>E. urophylla</i>	iPF-ECE	86,11 a
<i>E. urophylla</i>	monocultivo	81,48 a
<i>E. urophylla</i>	consórcio-E	81,48 a
<i>C. citriodora</i>	iPF-ECC	86,11 a
<i>C. citriodora</i>	consórcio-C	85,18 a
CV %		14,61

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$), pelo teste Tukey. iPF: integração Pecuária Floresta. CV: coeficiente de variação. iPF-E (três linhas de *Eucalyptus urophylla*), e iPF-ECC e iPF-ECE (duas linhas *Corymbia citriodora* e uma linha de *E. urophylla*). iPF: integração pecuária floresta.

Vilas Bôas, Max e Melo (2009), avaliaram aos oito anos a sobrevivência de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* em Marília – SP, em espaçamento 3 m x 2 m e observaram resultados semelhantes aos do

presente estudo. Coutinho et al. (2004), encontraram resultados semelhantes aos 12 meses na zona da Mata de Pernambuco, para *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* em monocultivo utilizando o espaçamento 3 x 2. Macedo et al. (2006), consideram que o potencial de estabelecimento das espécies de rápido crescimento pode ser avaliado por meio da taxa de sobrevivência, nos primeiros períodos pós-plantio.

Dias et al. (2011) avaliando o mesmo experimento (em Marilac - MG) aos 12 meses de idade, observou que a sobrevivência do *Eucalyptus urophylla* foi de 96% e da *Corymbia citriodora* foi de 95%, nos sistemas iPF-E e iPF-ECC, respectivamente. O aumento da taxa de mortalidade aos quatro anos, quando comparado aos 12 meses, no sistema iPF, pode ser um indicativo de que está ocorrendo à supressão de alguns indivíduos, provavelmente devido à competição por luz, nutriente e água.

É importante ressaltar que aos 12 meses após plantio das espécies arbóreas foram inseridos bovinos no sistema iPF, para realizar consumo das gramíneas e arbóreas leguminosas, sendo que a altura das árvores já permitia a introdução do componente animal, quando as espécies *Eucalyptus urophylla* apresentavam valor médio em altura 4,37 m, seguido pelo *Corymbia citriodora* que atingiu altura de 3,39 m (DIAS et al., 2011). Não foram observados danos nas árvores de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* provocados pela inserção de animais no sistema.

Em experimento em Dionísio, Minas Gerais, foi observada mortalidade semelhantes para a espécie *Corymbia citriodora*, avaliada aos 24 meses de idades, em sistema Silvipastoril no espaçamento 3 m x 2 m, pastejadas em diferentes densidades de animais por área (animais por piquete) de bovinos e ovinos, apresentando sobrevivência mínima de 82% e máxima de 92% nos diferentes tratamentos (ALMEIDA, COUTO, 1991).

Vilas Bôas, Max e Melo (2009), observam que a sobrevivência é importante na avaliação da adaptabilidade da espécie em determinado sistema de produção, no entanto, a mortalidade pode ser decorrente de outros fatores, como falhas técnicas na produção de mudas e plantio, ataque de pragas e doenças, presença de animais, entre outras.

No entanto, Gama-Rodrigues et al. (2008) observaram uma taxa de sobrevivência de 70% para o *Corymbia citriodora* em plantio puro com espaçamento de 3 m x 2 m aos 15 meses de idade, em uma área ocupada anteriormente por gramíneas, principalmente capim-gordura (*Melinis minutiflora*), em experimento realizado no município de Conceição de Macabu, RJ, valor este inferior aos resultados do presente estudo (Tabela 2). E Queiroz et al. (2009), citaram que Novaes et al. (2005), observaram que o *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*, em teste de adaptação na região semi-árida do Planalto da Conquista na Bahia, em monocultivo com 15 meses no espaçamento 3 m x 3 m, foram as espécies com menor índice de sobrevivência, respectivamente, 83,2% e 80,3%.

Macedo et al. (2006) avaliaram clones de *Eucalyptus urophylla*, aos 28 meses de idades no espaçamento 10 m x 4 m, cultivados em sistema silviagrícola, implantado em região de Cerrado no município de Paracatu - MG e observaram sobrevivência de 98%, valor este superior ao observado no presente estudo (Tabela 2).

4.1.2 Classes de altura e diâmetro a altura do peito (DAP)

4.1.2.1 *Eucalyptus urophylla*

As classes de altura do *Eucalyptus urophylla* aos quatro anos, cultivados nos sistemas de produção iPF-E, iPF-EC, monocultivo e consórcio-E

apresentaram distribuição normal (Figura 4a), das cinco classes de altura (H), sendo observado o maior valor de 20,71 m e a menor árvore com altura de 2,43 m. Foi observado que a maioria dos indivíduos pertence ao centro de classe de 14 m de altura (Figura 4), em todos os sistemas do experimento.

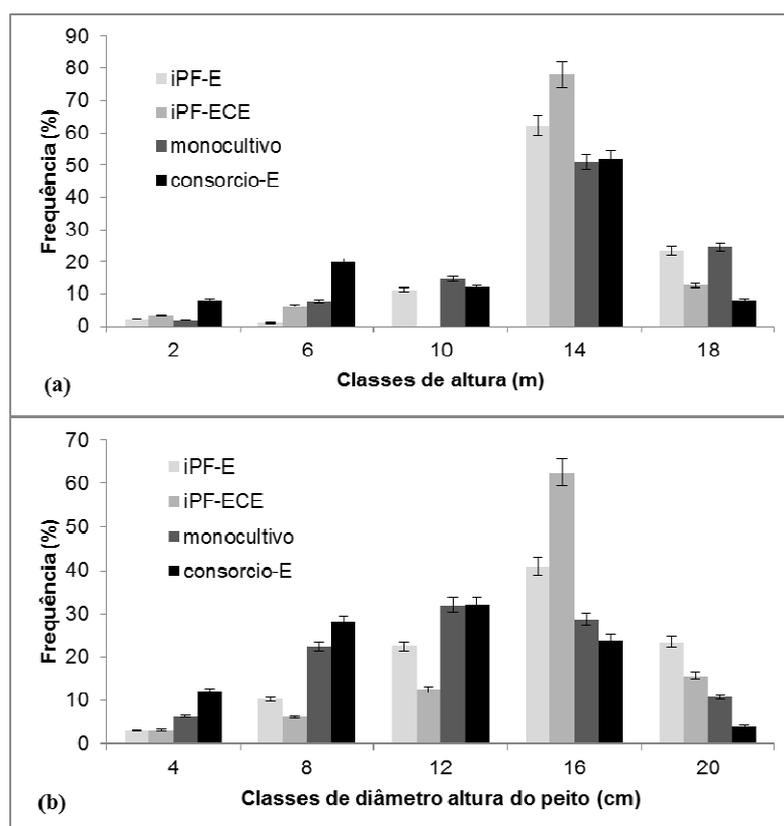


Figura 4 Classes de altura total (a) e diâmetro a altura do peito - DAP (b) de *Eucalyptus urophylla* em diferentes sistemas de produção no Vale do Rio Doce - MG - 4 anos após plantio em campo. * iPF- E - integração pecuária floresta com faixas de pastagem e linhas de árvores compostas por leguminosas arbóreas e três linhas de *Eucalyptus urophylla*; .* iPF- ECE - integração pecuária floresta com faixas de pastagem e linhas de árvores compostas por leguminosas arbóreas e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*; Monocultivo de *Eucalyptus urophylla*; Consórcio-E – *Eucalyptus urophylla* cultivado em consórcio com *Corymbia citriodora*.

Para o *Eucalyptus urophylla* nos sistemas em iPF-E e iPF-ECE foi observado o maior número de indivíduos nas classes de altura superior, 14 e 18 metros (Figura 4), o que indica maior crescimento em altura das árvores, atribuída a menor densidade de árvores por hectare, e conseqüentemente menor competição por água e nutrientes nos arranjos com maior área útil (OLIVEIRA et al., 2010).

Bernardo et al. (1998), avaliaram o *Eucalyptus urophylla* em monocultivo com diferentes espaçamentos no cerrado de Minas Gerais e aos 41 meses observaram média de altura de 12 metros, sendo que esta espécie se destacou em relação às demais, sendo que o espaçamento mais amplo (4 m x 3 m) influenciou significativamente na altura total.

Martins et al. (2011), estudaram o crescimento de *Eucalyptus urophylla* em monocultivo em diferentes sítios, no espaçamento 3 m x 3 m e observaram que em sítios de produtividade baixa, aos 48 meses, a altura das árvores variou entre 10 m e 25 m e em sítios com produtividade alta, essa variação foi de 11 m a 30 m de altura, aos 48 meses. Em um experimento de *Eucalyptus urophylla* consorciado com mogno, em espaçamento 3 m x 2 m (intercaladas uma linha de cada espécie), aos 40 meses, na região de cerrado de Brasília – DF, o eucalipto obteve altura média 10 m (GUIMARÃES NETO et al., 2004).

Considerando o solo (Latosolo Vermelho-Amarelo) da área do presente estudo, o crescimento em altura do *Eucalyptus urophylla* é condizente com a literatura, sendo que Oliveira et al. (2010) avaliaram, aos quatro anos, clones de um híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *Eucalyptus urophylla* S.T. e observaram média de altura de 22 m, em um experimento de sistema iLPF (integração Lavoura-Pecuária-Floresta) com diferentes arranjos espaciais e implantando em área de cerrado, Paracatu - MG. Já Kruschewsky et al. (2007) observaram resultados semelhantes, no mesmo experimento supra citado, aos 51 meses. Ambos os autores citam que existem

casos em que ocorre diminuição da média de altura em espaçamentos menores, no entanto outros estudos mostraram resultados opostos. Havendo uma contradição entre a relação direta entre espaçamento e crescimento em altura.

No presente estudo foram distribuídas cinco classes de DAP para o *Eucalyptus urophylla* (Figura 4:b) sendo o maior registro de 24 cm e o menor 3 cm, apresentando uma distribuição normal nos sistemas (iPF-E, iPF-ECE, monocultivo e consórcio-E), e a maioria dos indivíduos concentrados nas classes de DAP superiores de 12 cm e 16 cm de DAP. Os sistemas iPF-E e iPF-ECE concentraram maior número de indivíduos na classes DAP de 16 cm.

Bernardo et al. (1998) avaliaram *Eucalyptus urophylla*, aos 41 meses, observaram que espaçamento mais amplo proporcionou maior taxa de crescimento em DAP. Müller et al. (2011) distribuíram as classes diamétricas com variação entre 2 a 5 cm e encontrou resultados semelhantes para *Eucalyptus* sp., aos 10 anos de idade. Kruschewsky et al. (2007), observaram que a área útil por planta continuou exercendo influência no DAP aos 51 meses após o plantio, em que o arranjo com maior área útil por planta (10 m x 2 m) obteve o maior DAP médio (16,95 cm), e o arranjo com menor área útil por planta (3,33 m x 2 m) apresentou o menor DAP médio (11,83 cm).

4.1.2.2 Corymbia citriodora

Para o *Corymbia citriodora* foi observada cinco classes de altura (H) (Figura 5a), sendo o maior valor de altura de 20 m e a menor altura de 2,33 m, apresentando uma distribuição normal em ambos sistemas (iPF-ECC e consórcio-C), e a maioria dos indivíduos foram observados nas classes de 12 m a 16 m de altura, em ambos sistemas de produção.

Gama-Rodrigues et al. (2008) observaram em plantio puro de *Corymbia citriodora* em espaçamento 3 m x 2 m, uma altura média de 9 m aos 44 meses

de idade, em área cujo uso anterior foi ocupado com pastagens. Vilas Bôas, Max e Melo (2009) observaram 20 m de altura média aos oito anos de idade, em espaçamento 3 m x 2 m, com espécie *Corymbia citriodora*.

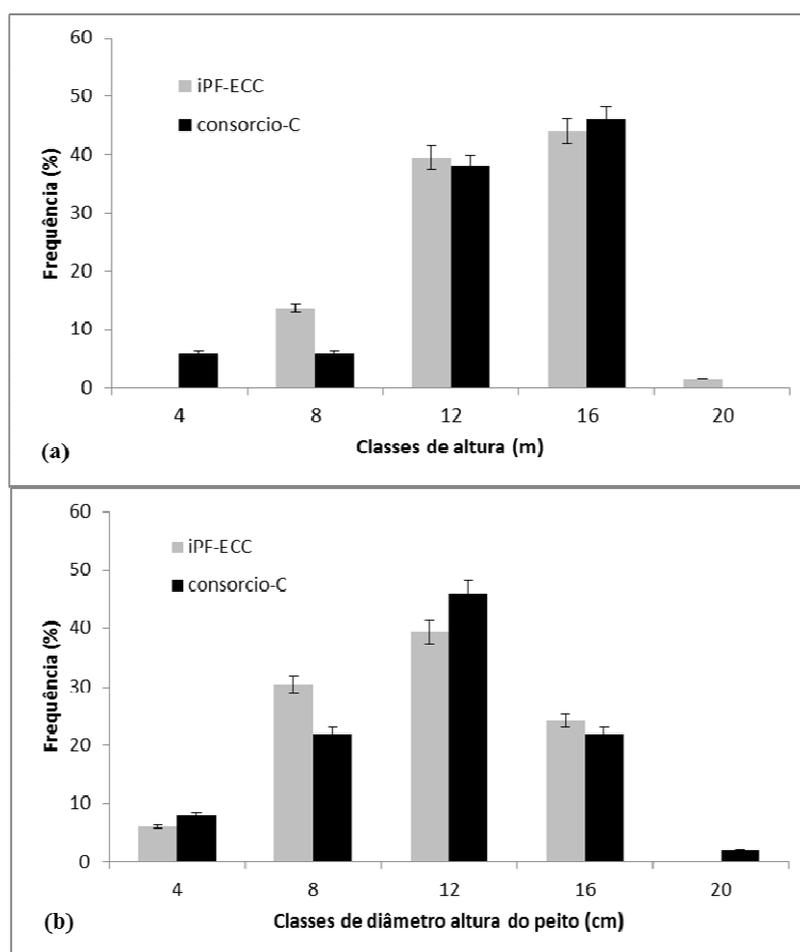


Figura 5 Classes de Altura (a) e diâmetro a altura do peito (b) de *Corymbia citriodora* em diferentes sistemas de produção no Vale do Rio Doce - MG - 4 anos pós-plantio. * iPF- ECC - integração pecuária floresta com faixas de pastagem e linhas de árvores compostas por leguminosas arbóreas e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*); Consórcio-C – *Corymbia citriodora* cultivado em consórcio com *Eucalyptus urophylla*.

No sistema consórcio-C, comparado aos demais sistemas de produção, foi observado maior número de indivíduos de *Corymbia citriodora* nas classes menores de altura (Figura 5a), o que pode ser atribuído ao maior número de árvores dominadas em consequência da menor área útil por planta, pois o crescimento em altura pode diminuir ou estagnar com passar do tempo, em locais onde há maior competição entre árvores (OLIVEIRA et al. (2010) e (BERNARDO et al., 1998). Esta estagnação no crescimento em altura foi registrada por Kruschewsky et al. (2007) aproximadamente aos quatro anos com clones de um híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, em espaçamento 3,3 m x 2 m, e pode indicar a necessidade de realização de desbaste do plantio.

O DAP foi distribuído em cinco classes para o *Corymbia citriodora* (Figura 5: b), sendo o maior registro de 15 cm e o menor 6 cm, apresentando uma distribuição normal em ambos sistemas (iPF-ECC e consórcio-C), e maioria dos indivíduos concentrados nas classes de 8 cm a 12 cm de DAP, para ambos sistemas de produção. O sistema iPF-ECC apresentou maior número de indivíduos nas classes de DAP de 12 cm.

GAMA-RODRIGUES et al. (2008) observaram em *Corymbia citriodora*, em espaçamento 3 m x 2 m, uma altura média de 8,45 m aos 44 meses de idade, em área cujo uso anterior foi ocupado com pastagens. Vilas Bôas, Max e Melo (2009) avaliando a espécie em questão, em espaçamento 3 m x 2 m, obteve 12,5 cm de DAP médio aos 8 anos de idade.

4.1.3 Produção nos sistemas

Na tabela 3 são apresentadas as médias de área seccional (m^2/plt), área basal (m^2/ha), volume por planta (m^3/plt) e volume por hectare (m^3/ha), para os sistemas de produção.

Tabela 3 Área seccional (m²/plt) e área basal (m²/ha) e volume por planta (m³/plt) e volume por hectare (m³/ha) de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* em diferentes sistemas de produção, aos 4 anos após o plantio em campo, Marilac - MG.

Sistema de Produção	g/plt (m ² /plt.)	G (m ² /ha)	Vol/plt (m ³ /plt)	Vol. (m ³ /ha)
iPF-E	0,0145 a	9,32 b	0,0925 a	59,38 b
iPF-ECE	0,0154 a	9,81 b	0,0965 a	61,28 ab
monocultivo	0,0102 b	14,77 a	0,0620 b	89,02 a
Consórcio-E	0,0078 b	12,52 ab	0,0478 b	74,42 ab
iPF-ECC	0,0074 b	4,87 c	0,0405 b	26,56 c
Consórcio-C	0,0085 b	11,76 ab	0,0460 b	67,30 ab
CV %	66	38	77	39

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$), pelo teste Tukey. g: área seccional; G: área basal; vol.: volume; CV: Coeficiente de variação. iPF-E (três linhas de *Eucalyptus urophylla*); iPF-ECC e iPF-ECE (duas linhas de *C. citriodora* e uma linha de *E. urophylla*); Consórcio-E e Consórcio-C (duas linhas de *C. citriodora* e uma linha de *E. urophylla*); iPF: integração pecuária floresta.

Os sistemas iPF-E e iPF-ECE se destacaram com valores superiores para área seccional por planta (m²/plt) e volume por planta (m³/plt) em relação aos demais tratamentos (Tabela 3), decorrente da menor densidade de plantio, que confere árvores individuais de maiores dimensões e de volumes individuais por planta, em função principalmente da maior área útil por planta disponível para aperfeiçoar os fatores de produção favoráveis ao estabelecimento e crescimento das árvores.

O *Eucalyptus urophylla* alcançou maiores valores de área seccional (0,0154 e 0,0145 m²/árvore) e volume por planta (0,0965 e 0,0925 m³/árvore) nos sistemas iPF-ECE e iPF-E, respectivamente, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) dos sistemas monocultivo e consórcio-E (Tabela 3). Estes resultados demonstram que a composição e densidade do plantio podem influenciar o crescimento desta espécie e que a mesma apresentou melhor crescimento em plantios com maior área útil por planta. De acordo com Macedo, Vale e Venturin (2010) a estagnação do crescimento em diâmetro ocorre mais cedo, em

plantios mais densos, como consequência os indivíduos apresentam dimensões reduzidas em um menor ciclo de rotação.

Entretanto, esta maior taxa de crescimento pode ter recebido influência direta das espécies leguminosas fornecedoras de nitrogênio que foram implantadas adjacentes ao *Eucalyptus urophylla* e ao *Corymbia citriodora*. A utilização de plantas leguminosas para suprir a demanda de nitrogênio dos solos em sistemas iPF pode favorecer tanto o crescimento das espécies arbóreas quanto as gramíneas (ANDRADE et al., 2001). Entretanto, é necessária a realização de estudos específicos que comprovem esta possível influência positiva.

Kruschewsky et al. (2007) avaliando clones de *Eucalyptus urophylla*, observou a influência do espaçamento no crescimento desta espécie, sendo que o aumento da área útil por planta proporcionou maior crescimento individual. Observou que a área basal por planta sofreu influência do espaçamento, de acordo com Oliveira et al. (2010), os resultados obtidos demonstraram que a competição por água e nutrientes em maiores densidades de plantas é um fator limitante ao pleno desenvolvimento, resultando em maior número de árvores dominadas, e consequente redução da taxa de crescimento.

Silva (1999) avaliou um sistema com *Eucalyptus* sp. puro e consorciado com gramíneas e observou que o consórcio proporcionou controle da erosão, obtendo maior produção média de biomassa por planta. Macedo, Vale e Venturin (2010), recomendam a utilização de iPF em regiões de topografia acidentadas, pois as árvores proporcionam maior estabilização do solo, e a gramíneas forrageiras favorece a infiltração da água, diminuindo o processo erosivo. (RIBEIRO et al., 2007) concluíram que sistema iPF proporciona diminuição da erosão, em comparação com uma pastagem degradada.

A espécie *Corymbia citriodora*, para a variável área seccional (m^2/plt) e volume (m^3/plt), a maior área útil por árvore não exerceu influência na taxa de

crescimento. Estes resultados diferem da literatura, onde vários autores sugerem que menores densidades de árvores por hectare proporcionam maior produtividade por planta (MACEDO et al., 2006), cita que, (PATIÑO-VALERA, 1986; GOMES, 1994; BERNARDO, 1995) consideraram que existe uma relação direta entre área útil e crescimento em diâmetro, para maioria das espécies florestais de rápido crescimento.

Os menores valores médios de área basal (G em m³/ha) foram observados para os sistemas iPF-ECC, iPF-E e iPF-ECE (Tabela 3). Os sistemas de Consórcio-E, Consórcio-C e monocultivo apresentaram os maiores valores médios de área basal por hectare (G em m³/ha), devido ao maior número de árvores por hectare (Tabela 3). Bernardo et al. (1998) observaram resultados semelhantes para a espécie em questão (10,3 m³ por ha), em região de Cerrado em Minas Gerais, utilizando espaçamento 3 m x 3 m em plantio puro de *Eucalyptus urophylla*, aos 41 meses de idade.

A espécie *Corymbia citriodora* apresentou valores médios de área basal por hectare (G em m³/ha), inferiores aos observados para *Eucalyptus urophylla*. Fato provavelmente relacionado com as características específicas de adaptação, potencial de estabelecimento e de crescimento diferenciado entre as espécies estudadas. Macedo (1991) observou estas mesmas constatações diferenciativas entre potencial de estabelecimento de espécies em estudos de introdução de espécies de eucaliptos.

O sistema de monocultivo se destacou dos demais sistemas em relação ao volume médio por hectare (m³/ha), provavelmente devido à maior densidade de plantio e ao maior potencial de crescimento observada para a espécie *E. urophylla*.

Os sistemas consorciados (E e C) e os sistemas iPF (ECE e E) apresentaram valores médios de volume por hectare (m³/ha) intermediários, relacionados provavelmente a menor densidade de plantio.

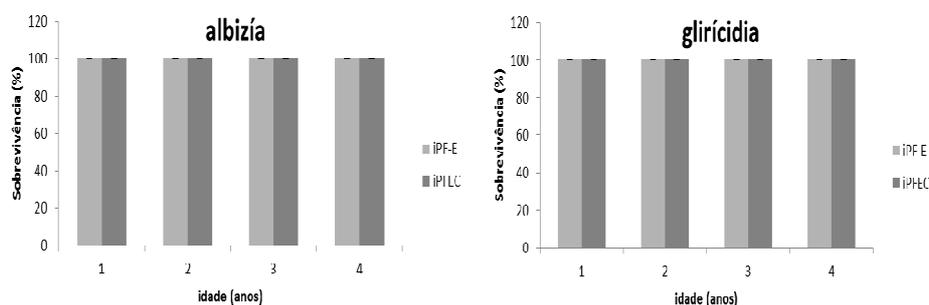
E, o menor valor médio de volume por hectare ($m^3/há$) foi observado para o sistema iPF-ECC, possivelmente devido ao menor crescimento observado para espécie *C. citriodora*.

Silva (1999), em pesquisa em áreas acidentadas na Zona da Mata, concluiu que maiores densidades de plantio produzem maior volume de madeira, por área. Oliveira et al. (2010) sugerem que o maior crescimento e produtividade por planta, até os quatro anos de idade, em menor densidade de árvores por hectare, não compensa a maior produtividade por hectare observada em plantios com maior densidade de árvores por hectare. Entretanto, a maior área útil por planta tende a aumentar seu crescimento e produtividade média por hectare com o passar do tempo.

4.2 Sobrevivência e crescimento de leguminosas arbóreas e ipês no sistema de produção

4.2.1 Sobrevivência

Foram observadas diferenças na sobrevivência das leguminosas arbóreas e ipês nos dois sistemas de produção iPF-E e iPF-EC (Figura 6).



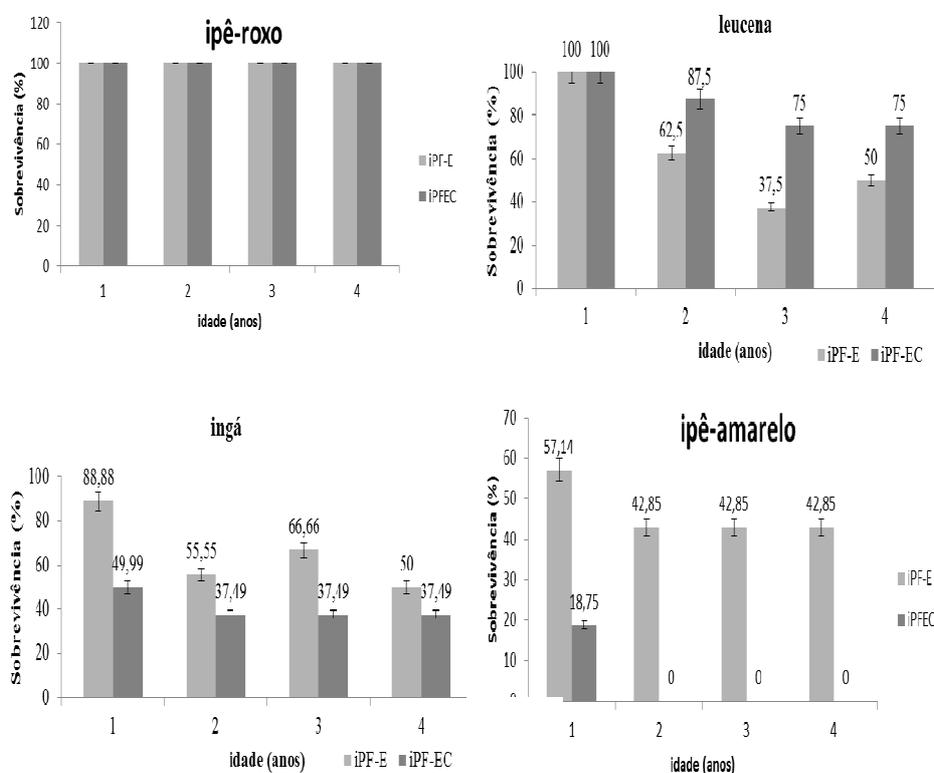


Figura 6 Sobrevivência das espécies: A- albizia (*Albizia lebbek*); B – glirícidia (*Glirícidia sepium*); C – ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*); D – leucena (*Leucaena leucocephala*); E – ingá (*Inga edulis*) e; F – ipê-amarelo (*Handroanthus vellosi*), durante os quatro anos após plantio em campo em dois sistemas de produção (iPF-E e iPF-EC) em Marilac - MG. *iPF-E (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipê e três linhas de *Eucalyptus urophylla*), e iPF- EC (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipê e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*).

As espécies albizia (*Albizia lebbek*) (Figura 6A), glirícidia (*Glirícidia sepium*) (Figura 6B) e ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) (Figura 6C), adaptaram-se bem ao sistema, apresentando sobrevivência de 100% ao longo dos quatro anos após plantio em campo. Estes resultados demonstram a plasticidade adaptativa das espécies albizia e glirícidia.

As espécies leucena (Figura 6D) e ingá (Figura 6E) adaptaram-se bem ao sistema, no entanto, a sobrevivência variou ao longo dos quatro anos. Para a leucena foi observado a taxa de sobrevivência de 100% no primeiro ano, decréscimo nos anos subsequentes, com mortalidade próxima de 50% (Figura 6D).

O ingá apresentou sobrevivência de 88% e 49% no primeiro ano (Figura 6E), para o sistema iPF-E e iPF-EC, respectivamente. Apresentando um decréscimo no segundo ano de avaliação, e estabilizou no terceiro, devido à capacidade de rebrota. Em um sistema agroflorestal em Santa Catarina, com espaçamento de 1,5 a 2,5 m entre árvores e 14 m entre as linhas de árvores, o ingá apresentou como característica a capacidade de rebrota (VIEIRA; FEISTAUER; SILVA, 2003).

Observou-se que algumas plantas das parcelas em determinada medição apresentavam-se danificadas ou avaliadas como mortas. No entanto, na medição posterior a plantas brotavam novamente, inclusive através do sistema radicular.

A variação na sobrevivência para ambas as espécies (ingá e leucena), deve-se ao pastejo pelos animais (gado introduzido no início do primeiro ano), e a capacidade de rebrota do ingá e da leucena. Analisando o comportamento de dezesseis espécies leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens de gramíneas tropicais, sem proteção das mudas e na presença de animais, em três municípios do estado do Rio de Janeiro, utilizando espaçamento 7,5 m x 7,5 m, foi observado que a espécie leucena foi a mais pastejada, apresentando 100 % de sobrevivência antes da introdução dos animais no sistema (DIAS; SOUTO; COSTA, 2007).

Gravioleira (2007) avaliou sobrevivência da glirícidia aos 6 meses, implantadas em um pomar, no espaçamento de 4 m x 4 m, no município de Campos Goytacazes – RJ, observou uma taxa de sobrevivência de 93%. Melotto et al. (2009), avaliando o ipê-roxo, no espaçamento 4 m x 10 m, para utilização

em iPF, aos 30 dias após o plantio em campo, a referida espécie obteve 100% de sobrevivência, em Campo Grande – MS. Em experimento realizado no semiárido do Sergipe, em espaçamento 3 m x 2 m, foi observada taxas de sobrevivência para leucena de 44%, albizia sp 98%, glirícidia 100% (DRUMOND; CARVALHO FILHO; OLIVEIRA, 1999).

O ipê-amarelo (Figura 6F) apresentou uma média de sobrevivência de 50% no primeiro ano, e taxa de sobrevivência de 42% do segundo ano em diante no sistema iPF-E. Sendo que no sistema iPF-EC (*Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*), apresentou mortalidade de 100%, devido ao sua altura média (< 1 m) na primeira avaliação (ano 1), o que provocou a mortalidade devido o pisoteio dos animais. O mesmo ocorreu com o ingá, com altura média semelhante ao ipê-amarelo no primeiro ano, no entanto, o ingá apresentou a capacidade de rebrota, inclusive por meio do sistema radicular.

4.2.2 Dinâmica de crescimento em altura total e diâmetro a altura do peito (DAP)

As plantas do ambiente iPF-EC obtiveram maior média em altura ao longo dos quatro anos (Tabela 4). A glirícidia no quarto ano no sistema de produção iPF-EC (Tabela 4), obteve média de altura de 6,26 m, seguida da albizia, ipê-roxo e leucena. A espécie que apresentou menor crescimento foi ingá (3,47 m) no quarto ano (Tabela 4).

Tabela 4 Altura (m) e diâmetro a altura do peito - DAP (cm), de leguminosas arbóreas e ipês em diferentes sistemas de produção iPF (integração pecuária floresta), aos quatro anos após o plantio em campo, Marilac - MG.

Espécie e Sistema de Produção	Altura (m)	DAP (cm)
Albizia no iPF-E	5,12	4,77
Albizia no iPF-EC	6,26	8,41
Glirícidia no iPF-E	4,89	4,0
Glirícidia no iPF-EC	5,98	5,07
Leucena no iPF-E	3,85	2,65
Leucena no iPF-EC	4,89	2,88
Ingá no iPF-E	3,80	3,36
Ingá no iPF-EC	3,47	2,80
Ipê-roxo no iPF-E	4,73	4,26
Ipê-roxo no iPF-EC	5,27	5,91
Ipê-amarelo no iPF-E	4,64	3,16
Ipê-amarelo no iPF-EC	*	*

iPF-E (três linhas de *Eucalyptus urophylla*), e iPF-EC (duas linhas *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*). * mortalidade de 100% aos quatro anos.

A altura média das espécies arbóreas (leguminosas e ipês) utilizadas no sistemas iPF, apresentaram uma magnitude de variação entre 3,4 m até 6,2 m, respectivamente para as espécies ingá e albizia (Tabela 4). Esta amplitude de variação da altura da árvores, pode estar relacionado a competição por luz. Cabe observar que a espécie *Corymbia* apresenta copa menos densa que o *Eucalyptus urophylla*. Em estudo com o subosque de um plantio de *C. citriodora* no Paraná, em espaçamento 3 m x 2 m, com 7 anos de idade, foi identificado potencial da espécie como facilitadora da regeneração natural (OLIVEIRA; SOUSA, RADOMSKI, 2011). Esta característica da espécie pode ter contribuído com maior crescimento das espécies de leguminosas e nativas no sistema iPF-EC.

O diâmetro médio das espécies arbóreas (leguminosas e ipês) utilizadas no sistemas iPF, apresentaram uma magnitude de variação entre 2,65 cm até 8,4 cm, respectivamente para as espécies ingá e albizia (Tabela 4).

Aos 48 meses a albizia foi a espécie que apresentou maior crescimento médio em diâmetro (8,41 cm) e altura média (6,26 m), no sistema iPF-EC. A gliricídia também apresentou maior crescimento no sistema iPF-EC, com altura média de 5,98 m, diâmetro médio de 5,07 cm por planta. O ipê-roxo apresentou uma média em altura de 5,27 m, DAP médio de 5,91 cm, no sistema iPF-EC.

Estudo avaliando o crescimento de diferentes espécies ao 55 meses, no semi-árido do Sergipe, em plantio no espaçamento 3 m x 2 m, constatou resultados semelhantes ao deste experimento, com albizia com a média em diâmetro de 6,3 cm e uma altura de 4,3 m. A gliricídia apresentou média de altura de 4 m e diâmetro de 6,3 cm. Sendo a albizia, a gliricídia e a leucena as espécies potencialmente recomendadas para região do semiárido (DRUMOND; CARVALHO FILHO; OLIVEIRA, 1999).

No sistema iPF-E, para dinâmica de crescimento da altura das leguminosas arbóreas e ipês (Figura 7 e Tabela 5) foi observada uma tendência, ao longo do tempo, de maiores valores médios de altura para a albizia, seguida pela gliricídia, ipê-roxo, ipê-amarelo, leucena e ingá, sendo a tendência de crescimento em altura quadrática para todas as espécies citadas acima.

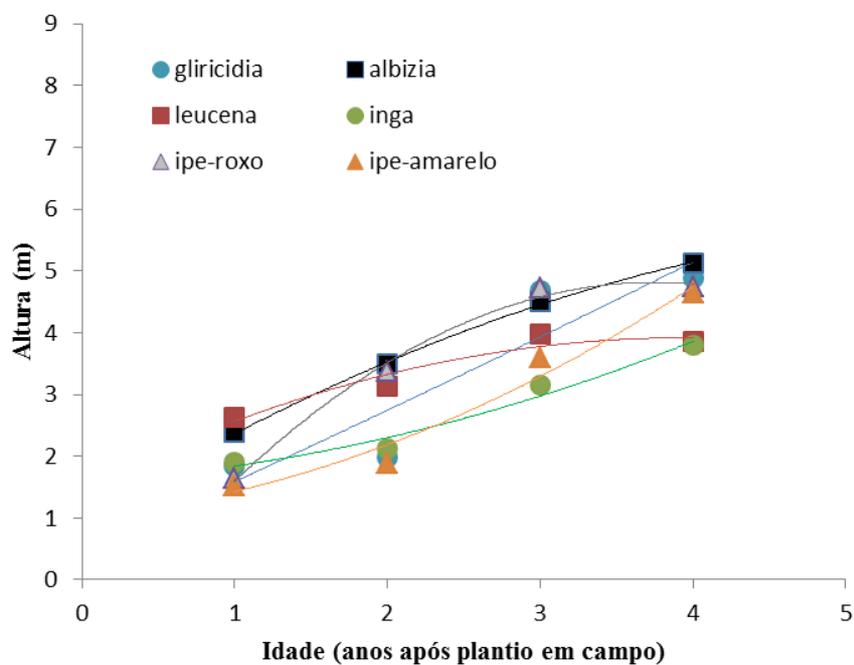


Figura 7 Dinâmica de crescimento em altura de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-E em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo. *iPF-E (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipês e três linhas de *Eucalyptus urophylla*).

No sistema iPF-EC, para dinâmica de crescimento da altura das leguminosas arbóreas e ipês (Figura 8 e Tabela 5) foi observada uma tendência, ao longo do tempo, de maiores valores médios de altura para a gliricídia, seguida pela albizia, ipê-roxo, leucena, ingá e ipê-amarelo, sendo a tendência de crescimento em altura quadrática para todas as espécies citadas acima, exceto para o ingá, que apresentou tendência linear de crescimento em altura.

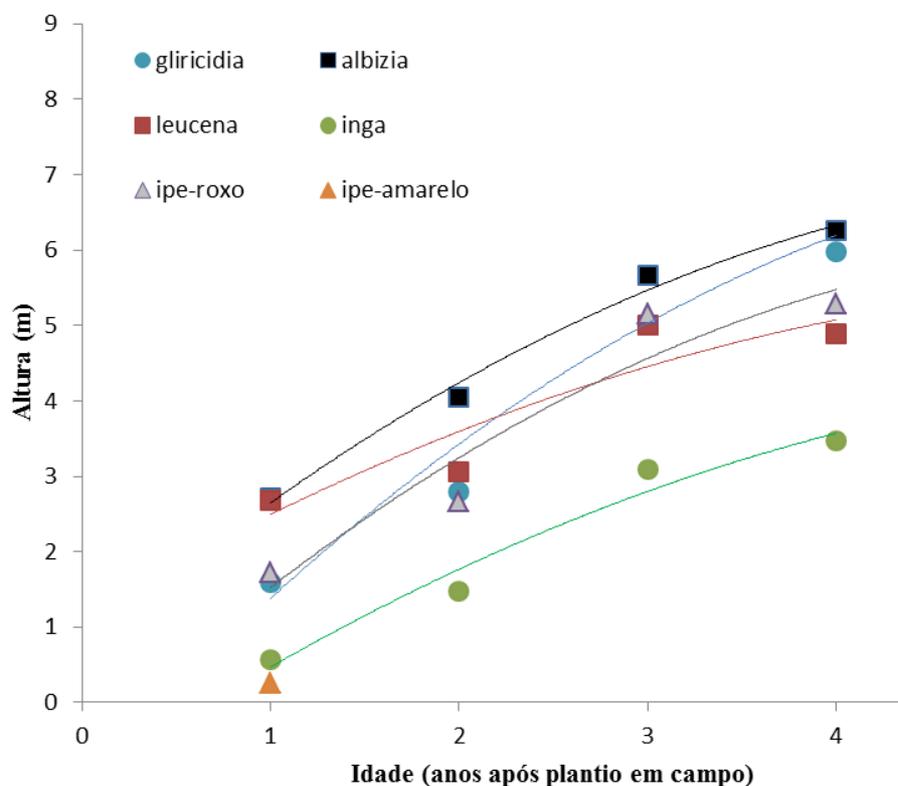


Figura 8 Dinâmica de crescimento em altura de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-EC em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo. *iPF-EC (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipês e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma de *Eucalyptus urophylla*).

No sistema iPF-E, para dinâmica de crescimento de DAP das leguminosas arbóreas e ipês (Figura 9 e Tabela 5) foi observada uma tendência, ao longo do tempo, de maiores valores médios de DAP para a albizia, seguida pelo ipê-roxo, gliricidia, ingá, ipê-amarelo e leucena, sendo a tendência de crescimento em DAP quadrática para albizia, ipê-roxo, ingá, e linear para gliricidia, ipê-amarelo e leucena.

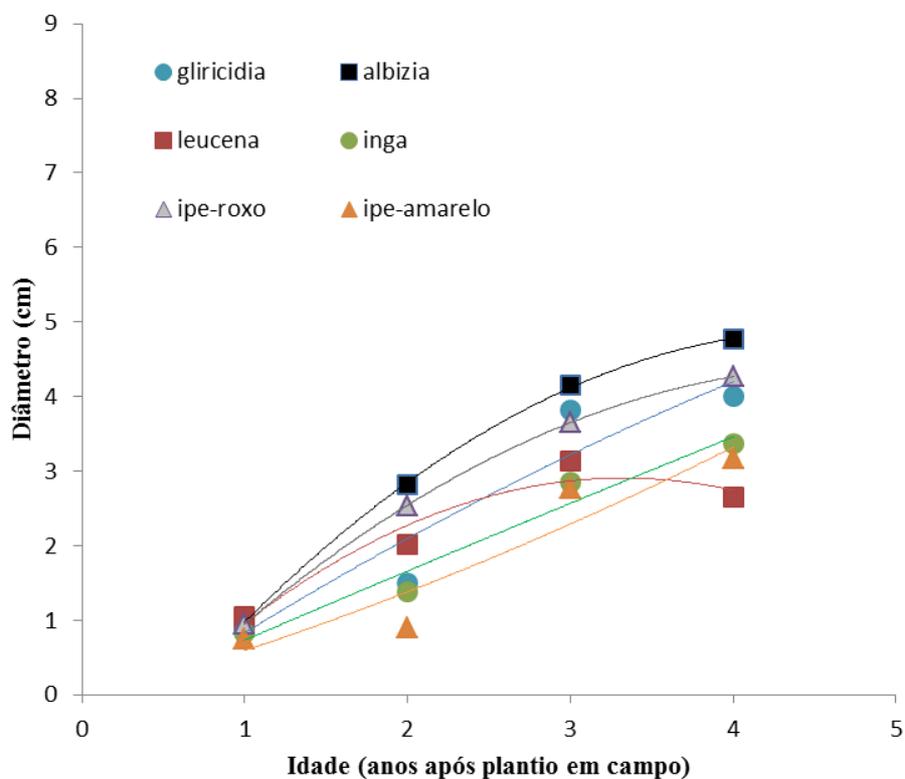


Figura 9 Dinâmica de crescimento em DAP (diâmetro a altura do peito) de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-E em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo. *iPF-E (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipês e três linhas de *Eucalyptus urophylla*).

No sistema iPF-EC, para dinâmica de crescimento de DAP das leguminosas arbóreas e ipês (Figura 10 e Tabela 5) foi observada uma tendência, ao longo do tempo, de maiores valores médios de DAP para a albizia, seguida pelo ipê-roxo, gliricidia, leucena, ingá e ipê-amarelo (Figura 9), sendo a tendência de crescimento em DAP quadrática para albizia, ipê-roxo, gliricidia, leucena e ipê-amarelo e linear para ingá.

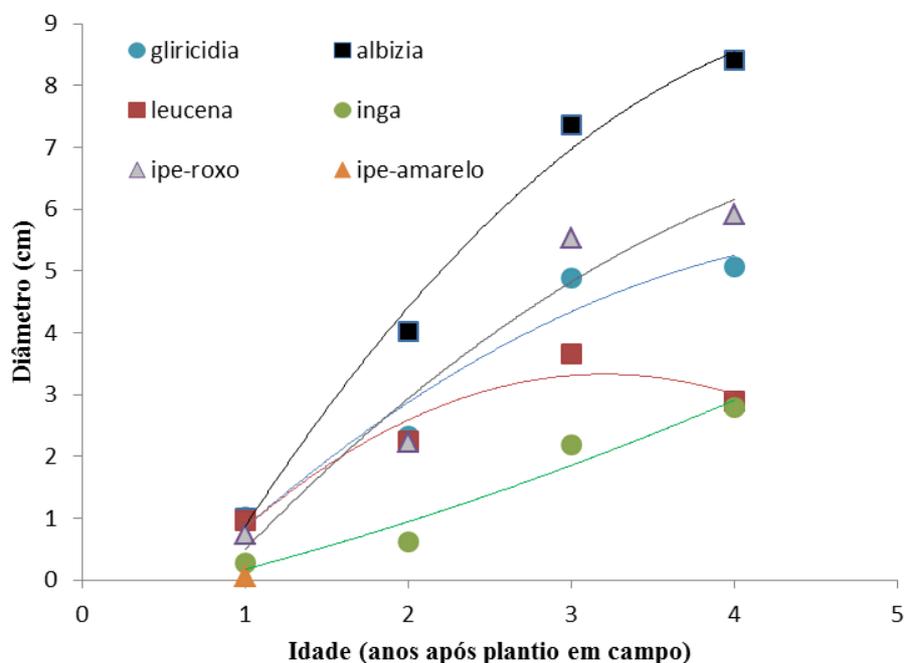


Figura 10 Dinâmica de crescimento em DAP (diâmetro a altura do peito) de leguminosas arbóreas e ipês, cultivados no sistema de produção iPF-EC em Marilac - MG e avaliada aos 1, 2, 3 e 4 anos após plantio em campo.*iPF-EC (integração pecuária floresta com faixas de pastagem e faixas com linhas de leguminosas e ipês e duas linhas de *Corymbia citriodora* e uma de *Eucalyptus urophylla*).

Tabela 5 Modelos de regressão linear para espécies exóticas e nativas em Marilac – MG.

Espécie	Sist. prod.	Altura	R ²	DAP	R ²
albizia	iPF-E	-0,1714x ² + 1,8471x+0,4857	0,40 16	0,3206x ² + 2,8925x - 1,6643	0,62 75
	iPF-EC	-0,2316x ² + 2,4422x+0,2522	0,75 22	0,4998x ² + 5,0654x - 3,7227	0,87 84
glirícidia	iPF-E	-0,2942x ² + 2,6321x- 0,4381	0,72 1	-0,2074x - 0,7918	0,69 92
	iPF-EC	0,2885x ² +2,9857x- 0,1923	0,75 7	-0,6762x ² + 4,7388x -	0,56 02

				2,9263		
leucena	iPF-E	$0,2738x^2 + 2,1057$	0,03 43	$0,7586x + 0,347$	0,48 85	
	iPF-EC	$-0,0867x^2 + 1,2869x + 1,3276$	0,43 9	$0,4918x^2 + 3,1752x - 1,8176$	0,66 08	
ingá	iPF-E	$-0,0486x^2 + 1,0247x - 0,0396$	0,39 41	$-0,1038x^2 + 1,5155x - 1,0011$	0,62 48	
	iPF-EC			$0,8867x - 0,7239$	0,82 16	
ipê-roxo	iPF-E	$-0,4268x^2 + 3,1952x - 1,1682$	0,7	$-0,2439x^2 + 2,3246x - 1,1308$	0,68 65	
	iPF-EC	$1,0376x - 0,447$	0,89 56	$-0,281x^2 + 3,2948x - 2,5311$	0,75 58	
ipê-amarelo	iPF-E	$0,0401x^2 + 0,6271x + 0,534$	0,34 35	$0,937x - 0,469$	0,86 12	
	iPF-EC					

iPF-E (três linhas de *Eucalyptus urophylla*), e iPF-EC (duas linhas *Corymbia citriodora* e uma linha de *Eucalyptus urophylla*). Sist. Prod = sistemas de produção. DAP = diâmetro altura do peito.

5 CONCLUSÃO

As espécies *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* apresentaram potencial de estabelecimento e de utilização em todos os sistemas de produção estudados em Marilac - MG.

Os valores de área basal por hectare de *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* foram diretamente proporcionais às densidades de plantio realizadas nos sistemas monocultivo, consórcio-E e consórcio-C.

O sistema iPF-EC foi o que proporcional as melhores condições para crescimento das espécies leguminosas e nativas. As espécie leguminosas albizia e glirícidia, e o ipê-roxo foram as que melhor se adaptaram ao sistema.

O sistemas iPF com eucalipto e espécies áboreas leguminosas e nativas podem representar uma alternativa de diversificar a renda para produtores de Marilac – no Vale do Rio Doce - MG.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Doce**. 2001. Disponível em:

<<http://www.riodoce.cbh.gov.br/bacia/caracterizacao.asp>>. Acesso em: 18 jan. 2013.

AINSWORTH, J. A. W.; MOE, S. R.; SKARPE, C. Pasture shade and farm management effects on cow productivity in the tropics. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 155, p. 105-110, July 2012.

ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. et al. Solos com morfologia latossólica e caráter câmbico na região de Governador Valadares, Médio Rio Doce, Minas Gerais: gênese e micromorfologia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 259-270, jan./fev. 2008.

ALENCAR, C. A. B. de. et al. Lâminas de irrigação e estações anuais na cobertura do solo e altura de gramíneas cultivadas sob corte. **Acta Scientia Agronomica**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 467-472, 2009.

ALMEIDA, A. P. M. G. et al. Avaliação do efeito tóxico de *Leucaena leucocephala* (Leg. Mimosoideae) em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 190-194, jul./set. 2006.

ALMEIDA, J. C. de C.; COUTO, L. **Comportamento do *Eucalyptus citriodora* Hooker, em áreas pastejadas por bovinos e ovinos no Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 44 p.

ANDRADE, C. M. S. de. et al. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, nov./dez. 2003. Suplemento, 2.

ANDRADE, C. M. S. de. et al. Fatores limitantes ao crescimento do capim-Tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 1178-1185, 2001.

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

BALBINO, L. C. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 10, Oct. 2011.

BALOTA, E. L.; CHAVES, J. C. D. Microbial activity in soil cultivated with different summer legumes in coffee crop. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, n. 1, p. 35-44, Jan./Feb. 2011.

BARRETO-NETO, A. A.; ZAMPROGNO, D. P.; REIS, J. A. T. Modelagem espacial da erosão utilizando sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do Rio Doce, porção do Espírito Santo .
In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 7663- 7667.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 77-88, 2010.

BERNARDO, A. L. et al. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 104, n. 1-3, p. 1-13, 1998.

BOMFIM, E. R. P. et al. Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagem degradada de braquiária, nos teores de proteína bruta, fibra em

detergente neutro e fibra em detergente ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 912-920, jul./ago. 2003.

BONA, F. D. D.; MONTEIRO, F. A. Marandu palisadegrass growth under nitrogen and sulphur for replacing signal grass in degraded tropical pasture. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 570-578, Sept./Oct. 2010.

BOTREL, M. A.; CRUZ FILHO, A. B.; CARVALHO, M. M. Recomendações para a formação e manejo de pastagens na Zona da Mata de Minas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 153/154, p. 12-22, 1988.

CAJAS-GIRON, Y. S.; SINCLAIR, F. L. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 215-225, 2001.

CARVALHO, A. M. et al. Correlações da altura e diâmetro com tensões de crescimento em árvores de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 323-331, mar./abr. 2010.

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

CASTRO FILHO, C. et al. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the State of Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 65, n. 1, p. 45-51, Apr. 2002.

CIRNE, L. G. A. et al. Performance of lambs supplemented with fodder salt *Gliricidia sepium* (Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 4, p. 959-962, abr. 2012.

COSTA, B. M. da. et al. Métodos de plantio de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.) em estacas para produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1969-1974, dez. 2004. Suplemento, 2.

COSTA, J. N. M. N. da; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): invasora ou ruderal? **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 825-833, set./out. 2010.

COUTINHO, J. L. B. et al. Avaliação do comportamento de espécies de *Eucalyptus* spp. na Zona da Mata Pernambucana. I: Resultados do primeiro ano - 2001. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 771-775, nov./dez. 2004.

DIAS, A. L. de S.; SOUZA, J. N. S. de; ROGEZ, H. Enriquecimento de compostos fenólicos de folhas de *Inga edulis* por extração em fase sólida: quantificação de seus compostos majoritários e avaliação da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 38-42, 2010.

DIAS, B. A. S. et al. **Crescimento de espécies arbóreas e produção de forragem em um sistema silvipastoril no Vale do Rio Doce - MG**. Brasília: Embrapa, 2011. p. 4-7. (Comunicado Técnico).

DIAS, P. F. et al. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de *Digitaria*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 1015-1021, jun. 2006.

DIAS, P. F. et al. Estabelecimento de leguminosas arbóreas em pastos de capim-marandu e tanzânia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1413-1419, 2008.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; COSTA, J. R. Análise do comportamento de espécies leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens de gramíneas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 31-37, 2007.

DOUSSEAU, S. et al. Anatomia foliar de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich. (Bignoniaceae) propagadas in vitro, in vivo e durante a aclimatização. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1694-1700, nov./dez. 2008.

DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. de.; OLIVEIRA, V. R. de. Ic. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 251-256, jul. 1999.

ESPÍRITO SANTO, F. da S. do; SILVA-CASTRO, M. M. da; RAPINI, A. Two new species of *Handroanthus* Mattos (Bignoniaceae) from the state of Bahia, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 3, p. 651-657, 2012.

EUCLIDES, V. P. B. **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 65 p.

FARIAS, S. G. G. de. et al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva(1). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1499-1505, 2009.

FÁVERO, C.; LOVO, I. C.; MENDONÇA, E. de S. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 861-868, 2008.

FAVERO, C. **Uso e degradação de solos na microrregião de Governador Valadares, MG**. 2001. 80 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/solos%20e%20nutricao%20de%20plantas/2001/171349f.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2012.

FICK, T. A. Amostragem para inventário florestal em sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 1033-1038, 2011.

FLORISBELO, G. R. **Estudo propositivo para a dinamização econômica do território do Médio Rio Doce - MG**. 1. ed. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2006. v. 1, 170 p.

GAMA-RODRIGUES, E. F. D. et al. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1521-1530, 2008.

GARCEZ, F. R. et al. Novos constituintes químicos das cascas do caule de *Tabebuia heptaphylla*. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 1887-1891, set. 2007.

GUIMARÃES NETO, A. B. et al. Avaliação do plantio homogêneo de mogno, *Swietenia macrophylla* King, em comparação com o plantio consorciado com *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, após 40 meses de idade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 777-784, nov./dez. 2004.

JALONEN, R.; NYGREN, P.; SIERRA, J. Transfer of nitrogen from a tropical legume tree to an associated fodder grass via root exudation and common mycelial networks. **Plant, Cell & Environment**, v. 32, n. 10, p. 1366-1376, Oct. 2009.

JAUSORO, V.; LLORENTE, B. E.; APÓSTOLO, N. M. Structural differences between hyperhydric and normal in vitro shoots of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos (Bignoniaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 101, n. 2, p. 183-191, 2010.

KRUSCHEWSKY, C. G. et al. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em Sistema Agrossilvipastoril no Cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 360-367, out./dez. 2007.

KUMAR, B. M.; GEORGE, S. J.; SURESH, T. K. Fodder grass productivity and soil fertility changes under four grass + tree associations in Kerala, India. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 52, p. 91-106, 2001.

LEITE, A. A. L. et al. Comportamento de dois genótipos de milho cultivados em sistema de aléias preestabelecido com diferentes leguminosas arbóreas. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 875-882, 2008.

LEITE, F. P. et al. Alterations of soil chemical properties by eucalyptus cultivation in five regions in the Rio Doce Valley. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 821-831, May/June 2010.

LEMOS, O. A. et al. Genotoxic effects of *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Standl. (Lamiales, Bignoniaceae) extract in Wistar rats. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 35, n. 2, p. 498-502, Apr./June 2012.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B. do; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010. 331 p.

MACEDO, R. L. G. et al. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 701-709, set./out. 2006.

MACEDO, R. L. G. **Avaliação holística da fase juvenil do teste de introdução de espécies de *Eucalyptus* na Baixada Cuiabana - Mato Grosso**. 1991. 231 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

MARIN, A. M. P. et al. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 555-564, 2006.

MARTINS, F. B. et al. Índices de competição em árvores individuais de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 9, p. 1089-1098, set. 2011.

MELOTTO, A. et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 425-432, 2009.

MIRANDA, C. G. et al. Caracterização farmacognóstica das folhas e sementes de *Albizia lebbek* (L.) Benth. (Fabaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 19, n. 2b, p. 539-544, abr./jun. 2009.

MONTEJO, I. L.; LOPEZ, O.; LAMELA, L. Utilización de piensos criollos con harina de *Albizia lebbek* para la ceba de conejos alimentados con bejuco de boniato. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v. 33, n. 1, p. 0-4, ene./mar. 2010.

MÜLLER, M. D. et al. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1148-1153, Oct. 2011.

MURGUEITIO, E. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, n. 10, p. 1654-1663, May 2011.

NEVES, C. M. N. das. et al. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.

NEVES, C. M. N. et al. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 105-112, jan./fev. 2009.

NORONHA, N. C. et al. Recovery of degraded pasture in Rondônia: macronutrients and productivity of *brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1711-1720, set./out. 2010.

OLIVEIRA, A. D. de; SCOLFORO, J. R. S.; SILVEIRA, V. de P. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de Cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2000.

OLIVEIRA, E. B. D. et al. Produção , carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em Sistemas Silvopastoris no Sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 57, n. 1, p. 45-56, 2008.

OLIVEIRA, E.; SOUSA, L.; RADOMSKI, M. Regeneração natural em sub-bosque de *Corymbia citriodora* no noroeste do estado do Paraná. **Floresta**, v. 41, n. 2, jul. 2011.

OLIVEIRA, J. T. S. O potencial do eucalipto para a produção de madeira sólida. **Revista da Madeira**, Curitiba, p.98-104, 2003. (Edição Especial).

OLIVEIRA NETO, S. N et al. **Sistema Agrossilvipastoril**: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa, MG: Sociedade de Intervenções Florestais, 2010. 190 p.

OLIVEIRA, T. K. de. et al. Desempenho silvicultural e produtivo de Eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 1-10, 2010.

OLIVEIRA, T. K. de. et al. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 748-757, maio/jun. 2007.

PACIULLO, D. S. C. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573-579, abr. 2007.

PACIULLO, D. S. C. et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 598-603, Sept./Oct. 2010.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, maio/jun. 2004.

POSSETTE, R. F. da S.; RODRIGUES, W. A. O gênero *Inga* Mill. (Leguminosae - Mimosoideae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 354-368, abr./jun. 2010.

QUEIROZ, M. M. et al. Comportamento de materiais genéticos de eucalipto em Paty do Alferes, RJ. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2009.

REGO, F. L. H. et al. Variabilidade genética e estimativas de herdabilidade para o caráter germinação em matrizes de *Albizia lebbek*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1209-1212, set./out. 2005.

RIBEIRO, S. C. et al. Estimativa do abatimento de erosão aportado por um sistema agrossilvipastoril e sua contribuição econômica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 285-293, 2007.

SALLES, T. T. et al. Modelo de Clutter na modelagem de crescimento e produção de eucalipto em sistemas de integração lavoura - pecuária - floresta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 253-260, 2012.

SILVA, J. M. S. da. **Estudo silvicultural e econômico do consórcio de *Eucalyptus grandis* com gramíneas sob diferentes espaçamentos em áreas acidentadas**. 1999. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SILVA, M. A. da. et al. Avaliação e espacialização da erosividade da chuva no Vale do Rio Doce, região centro-leste do Estado de Minas Gerais. **Revista**

Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 1029-1039, jul./ago. 2010.

SILVA, M. da C. et al. Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco: 1. aspectos quantitativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1999-2006, dez. 2004.

SILVEIRA, D. de P. et al. Classificação de árvores de eucalipto para postes em sistema agroflorestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 875-882, jul./ago. 2011.

SOUSA, N. C. de. et al. Modulatory effects of *Tabebuia impetiginosa* (Lamiales, Bignoniaceae) on doxorubicin-induced somatic mutation and recombination in *Drosophila melanogaster*. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 32, n. 2, p. 382-388, Apr. 2009.

SOUZA, W. D. et al. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 685-694, mar. 2010.

STATSOFT INC. **Statistica data analysis system version 8.0**. Tulsa: Statsoft, 2008.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. et al. Fixação de carbono em um sistema agrissilvipastoril com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais. **Revista Agrossilvicultura**, Viçosa, MG, v. 1, p. 29-41, 2004.

VALE, R. S. do. et al. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 285-297, maio/jun. 2002.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; SILVA, V. P. da. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos

climáticos de geada na região de Florianópolis. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 627-634, 2003.

VILAS BÔAS, O.; MAX, J. C. M.; MELO, A. C. G. Crescimento comparativo de espécies de Eucalyptus e Corymbia no município de Marília, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 63-72, jun. 2009.

VIOLA, Z. G. G. **Avaliação da qualidade das águas da Bacia do Rio Doce/MG: caracterização da matéria orgânica e seus impactos ambientais**. Belo Horizonte: UFMG, 2008. Disponível em:
<https://www.ufmg.br/pos/ecologia/images/documentos/teses_dissertacoes/Tese_de_Doutorado-Zenilde_Guimaraes_Viola.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

VITOR, C. M. T. et al. Rendimento e composição química do capim-braquiária introduzido em pastagem degradada de capim-gordura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 12, p. 2107-2114, 2008.

XAVIER, D. F. et al. Dinâmica da serapilheira em pastagens de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1214-1219, out. 2011.