



ERICK MARTINS NIERI

**DESEMPENHO SILVICULTURAL DE
ESPÉCIES FLORESTAIS INTRODUZIDAS
PARA SISTEMA SILVIPASTORIL EM LAVRAS,
MG**

LAVRAS – MG

2016

ERICK MARTINS NIERI

**DESEMPENHO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS
INTRODUZIDAS PARA SISTEMA SILVIPASTORIL EM LAVRAS, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo UFLA/MG

Orientador

LAVRAS – MG

2016

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

Nieri, Erick Martins.

Desempenho silvicultural de espécies florestais introduzidas para sistema silvipastoril em Lavras, MG / Erick Martins Nieri. – Lavras : UFLA, 2016.

162 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador(a): Renato Luiz Grisi Macedo.

Bibliografia.

1. Potencial de Adaptação. 2. Espaçamentos. 3. Sistemas agroflorestais. 4. Introdução de espécies florestais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

ERICK MARTINS NIERI

**DESEMPENHO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS
INTRODUZIDAS PARA SISTEMA SILVIPASTORIL EM LAVRAS, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2016

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo DCF - UFLA/MG

Dr. Regis Pereira Venturin - EPAMIG/MG

Dr. Nelson Venturin DCF - UFLA/MG

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo

Orientador

LAVRAS – MG

2016

Dedico este trabalho à Deus e aos meus
pais Mário Luiz Nieri e Sueli Aparecida
Vieira Martins Nieri.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Mário Luiz Nieri e Sueli Aparecida Vieira Martins Nieri pelo amor concedido e apoio nos momentos que mais necessitei através de palavras de incentivo, afeto e carinho, sendo estes responsáveis por essa conquista.

A minha namorada Luana Maria dos Santos pelo amor e por me apoiar em todos os momentos com palavras de incentivo, compreensão e carinho, sendo muito importante e indispensável nessa jornada. Também aos seus pais pela compreensão e incentivo.

Aos meus irmãos Aline Martins Nieri e Lucas Martins Nieri pelo apoio e afeto concedido para a realização desse trabalho.

Aos meus familiares, em especial, minha tia Marioli Nieri, avó Delsia Terciano Nieri (in memória) e Osvaldo Martins Bravo pelo apoio e palavras de incentivos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo pela amizade e incentivo, dedicação, autoestima e sabedoria com que me guiou para realização desse trabalho.

Ao Prof.^o Dr. Lucas Amaral de Melo pela amizade, conselhos, conhecimento e auxílio à elaboração do trabalho.

Ao Dr. Regis Pereira Venturin pelos conselhos, sugestões, apoio nas atividades de campo e na realização do trabalho.

Ao Prof.^o Dr. Renato Ribeiro Lima pelo conhecimento em estatística e auxílio nas análises dos dados.

A Thiza Falqueto Altoé, Kalill José Viana da Páscoa e ao professor Dr. Antonio Carlos Ferraz Filho pelo auxílio e conselhos.

Aos meus amigos José Alvim Pinto Junior, Raul Rico Molina, Genilson Fernando da Costa, Thales Guilherme Vaz Martins, Vitor Passos da

Silva Júnior, Diana Suzete Nunes da Silva, Fabrício Palla Texeira e a todos do laboratório de silvicultura pela ajuda na coleta de dados, momentos felizes e incentivo para a realização do trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPA pela oportunidade de realização deste curso.

Aos amigos da pós-graduação e graduação, por estes anos de convivência que proporcionou-me grande aprendizado e possibilitou cultivar muitas amizades. Em especial, José Alvim Pinto Junior, Vanessa Cabral Costa de Barros, Tainá Mamede Cirne Silva, Bruno Natali de Almeida, Raul Rico Molina, Victor Coqueiro, Victória Maciel e Fabrício Palla Texeira.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO GERAL

O aumento na demanda de produtos madeireiros e alimentícios estabelece a necessidade de tornar áreas improdutivas em produtivas, sendo a implantação de sistemas silvipastoris uma alternativa para a recuperação de pastagens degradadas. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho silvicultural de sete espécies florestais introduzidas em diferentes arranjos de sistemas silvipastoris implantadas em pastagem degradada em Lavras, MG. O experimento foi instalado em janeiro de 2012 na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, unidade Lavras/MG, a qual se localiza em área de transição entre o domínio do Cerrado e Mata Atlântica. As espécies plantadas foram *Toona ciliata* M. Roemer propagada seminalmente e vegetativamente (cedro australiano), *Calophyllum brasiliense* Cambess (guanandi), *Khaya senegalensis* A. Juss (mogno africano), *Tectona grandis* L. F (teca), *Acacia mangium* Willd (acácia), *Dipteryx alata* Vogel (baru) e híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (eucalipto 1528). Para avaliar o potencial de estabelecimento do cedro australiano, mogno africano, teca e guanandi foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo, com 4 repetições. As parcelas contemplavam 1 arranjo estrutural de $(3(3 \times 2) + 7 \times 2)$ m. As subparcelas foram constituídas de cinco épocas de avaliação de crescimento das espécies (12, 18, 31, 36 e 43 meses após o plantio). A acácia, baru e eucalipto 1528 foram avaliadas em faixas, com as espécies na parcela e espaçamento na subparcela, instalado em delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições e avaliados em tempos diferentes, onde o fator tempo corresponde ao efeito da subsubparcela. As subparcelas constaram de espaçamentos 3×2 m e 7×2 m. As subsubparcelas contêm cinco épocas de avaliações do desempenho (12, 18, 31, 36 e 43 meses). Conclui-se que o cedro australiano clonal apresentou melhor desempenho sob o arranjo estudado em sistema silvipastoril para a recuperação de pastagem degradada e dentre as espécies estudadas o guanandi apresentou o menor desempenho silvicultural e sintomas de má adaptação ao local. Quanto a acácia, eucalipto 1528 e baru conclui-se que as espécies apresentaram adaptação às condições edafoclimáticas da região. Mas o eucalipto 1528 foi a espécie que obteve maior taxa de incremento, ao longo do tempo. Dentre os espaçamentos testados, o espaçamento 7×2 m promoveu melhor desempenho para região. O crescimento em diâmetro à altura do peito foi maior em espaçamento 7×2 m para todas as espécies, constatando assim, que maior área útil promove maior crescimento secundário.

Palavras chaves: Potencial de Adaptação. Espaçamentos. Sistemas agroflorestais. Introdução de espécies florestais.

GENERAL ABSTRACT

The increase in the demand for wood and food products establishes the need to turn unproductive areas into productive lands. Therefore, the establishment of silvopastoral systems emerges as an alternative for the recovery of degraded pastures. The objective of this research was to evaluate the silvicultural performance of seven introduced forest species in different arrangements of silvopastoral systems implanted in a degraded pasture in Lavras, MG. The experiment was established in January 2012 in the experimental farm of the Agricultural Research Corporation of Minas Gerais (EPAMIG), unit Lavras/ MG, which is located in the transition area between Cerrado and Atlantic Forest. The planted species were *Toona ciliata* M. Roemer (Australian Red Cedar), sexually and vegetatively propagated, *Calophyllum brasiliense* Cambess (guanandi), *Khaya senegalensis* A. Juss (African mahogany), *Tectona grandis* L. F (teak), *Acacia mangium* Willd (black wattle), *Dipteryx alata* Vogel (baru) and hybrid of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (Eucalyptus 1528). In order to evaluate the establishment potential of Australian Red Cedar, African mahogany, teak and guanandi, a randomized block design in a split plot by time with four repetitions was used. The plots consisted of one structural arrangement of $(3(3 \times 2) + 7 \times 2)$ m. The subplots were composed of five growth assessment times of the species (12, 18, 31, 36 and 43 months after planting). The black wattle, baru and eucalyptus 1528 were evaluated in strips, with species such as plots and spacing as sub-plots. The experiment was established in a randomized block design with four repetitions and evaluated at different times, where the time factor corresponds to the effect of sub-plot. The subplots consisted of 3×2 m e 7×2 m spacings. The subplots contained five periods of performance assessment (12, 18, 31, 36 and 43 months). It was concluded that the cloned Australian Red Cedar performed better under the arrangement studied within the silvopastoral system for the recovery of degraded pasture, and among the studied species, guanandi showed both the lowest silvicultural performance and symptoms of poor adaptation to the site. Regarding acacia, eucalyptus 1528 and baru, these species had adapted to soil and climatic conditions of the region. However, the eucalyptus 1528 was the species that obtained the highest growth rate over time. Among the tested spacings, the 7×2 m spacing promoted better performance for the region. The growth in diameter at breast height was higher in 7×2 m spacing for all species, evidencing that higher useful area promotes greater secondary growth.

Keywords: Adaptation potential. Spacings. Agroforestry. Forest species establishment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	13
3 HIPOTESE	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 Sistemas agroflorestais	14
4.2 Causas e consequências da degradação da pastagem	16
4.3 Espaçamento em sistemas florestais	19
4.4 Dinâmica de crescimento	21
4.5 Espécies florestais utilizadas no sistema silvipastoril	22
4.5.1 Acácia (<i>Acacia mangium</i> Willd)	22
4.5.2 Baru (<i>Dipteryx alata</i> Vogel)	24
4.5.3 Cedro australiano (<i>Toona ciliata</i> M. Roemer)	25
4.5.4 Eucalipto clone 1528 (<i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>) .	26
4.5.5 Guanandi (<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess)	28
4.5.6 Mogno africano (<i>Khaya senegalensis</i> A. Juss)	30
4.5.7 Teca (<i>Tectona grandis</i> L.F.)	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO 1	43
1 INTRODUÇÃO	45
2 MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 Local e caracterização da área de estudo	46
2.2 Instalação do experimento	48
2.3 Avaliações do experimento	50
2.3.1 Sobrevivência	51
2.3.2 Diâmetro à altura do peito	51
2.3.3 Altura das plantas	51

2.3.4 Área basal por planta e por hectare.....	52
2.3.5 Área de projeção da copa por planta e por hectare.....	52
2.3.6 Cubagem para obtenção do fator de forma	53
2.3.7 Dinâmica de crescimento.....	56
2.3.8 Balanço hídrico climatológico	57
2.4 Análises estatísticas do experimento	58
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
3.1 Sobrevivência aos 43 meses	59
3.2 Altura.....	61
3.3 Diâmetro à altura do peito	66
3.4 Área basal	70
3.5 Volume.....	74
3.6 Área de projeção de copa	78
3.7 Dinâmica de crescimento.....	80
4 CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
CAPÍTULO 2	96
1 INTRODUÇÃO	98
2 MATERIAL E MÉTODOS	99
2.1 Local e caracterização da área de estudo.....	99
2.2 Instalação do experimento	101
2.3 Avaliações do experimento	104
2.3.1 Sobrevivência	104
2.3.2 Diâmetro altura do peito	104
2.3.3 Altura das plantas	105
2.3.4 Área basal por planta e por hectare	105
2.3.5 Área de projeção da copa por planta e por hectare.....	106
2.3.6 Cubagem para obtenção do fator de forma	107

2.3.7 Dinâmica de crescimento	110
2.3.8 Balanço hídrico climatológico	111
2.4 Análises estatísticas do experimento	113
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	113
3.1 Sobrevivência aos 43 meses.	113
3.2 Altura.....	115
3.3 Diâmetro à altura do peito	117
3.4 Área basal.....	124
3.5 Volume.....	129
3.6 Área de projeção de copa	134
3.7 Dinâmica de crescimento.....	138
4 CONCLUSÕES	148
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
ANEXO	155



1 INTRODUÇÃO

As questões ambientais e a demanda por alimentos evidenciadas desde a década de 70, aumentaram a necessidade do uso adequado da terra e incentivou a implantação de sistemas produtivos equilibrados, ou seja, sistemas agroflorestais, os quais favorecem a geração de múltiplos produtos, bens e serviços ambientais para a propriedade rural (SILVA, 2013).

Dentre os setores da agropecuária, a pecuária é responsável por ocupar grande parcela da área produtiva e improdutiva no Brasil, pois utiliza a pastagem como uma das principais fontes de alimento para os rebanhos. Esse sistema de exploração acarretou em, aproximadamente, 100 milhões de hectares de pastagens com algum estágio de degradação e com baixa produtividade para a alimentação animal (DIAS-FILHO, 2014).

Essa degradação da pastagem, decorre da utilização errônea das técnicas de manejo que representam a superlotação e a falta de manutenção das pastagens. Porém, a degradação pode ser revertida com uso correto de tecnologias e de boas práticas agropecuárias, as quais restabelecem as pastagens degradadas ao processo produtivo.

Para ocorrer a recuperação e aumento da produção com a mesma quantidade de área, destacam-se os sistemas agrossilvipastoris, onde as árvores beneficiam as pastagens, principalmente quanto a proteção do solo e a disponibilidade de nutrientes, além de agregar maior valor nutritivo para as forragens e proporcionar o conforto animal, implicando assim, em ganhos de produtividade para o gado de leite (RADOMSKI et al., 2012).

Entre os cultivos agroflorestais identificados nos biomas brasileiros encontra-se o predomínio das atividades silviagrícolas que estão sendo implantadas, em geral, nas áreas anteriormente estabelecidas com povoamentos florestais puros e em áreas de criação de bovinos a pleno sol.



Embora esse cenário esteja mudando, encontram-se poucos sistemas silvipastoris e poucos estudos abordando diferentes arranjos espaciais e espécies com potencial para obtenção de madeira serrada no sistema agrossilvipastoril (OLIVEIRA, 2009; SILVA, 2013).

O estudo de espécies com potencial para serem inseridas em diferentes regiões são de grande valia, pois possibilitam agregar novas espécies, visto que o componente florestal aumenta a viabilidade econômica e fornece maior atratividade aos sistemas agroflorestais (MÜLLER et al., 2011).

Ademais, vale destacar que os estudos de desempenho silvicultural, ao embasar-se, de forma conjunta nas variáveis dendrométricas: altura, diâmetro à altura do peito, área basal, volume, área de copa e incremento, possibilitam expressar o potencial de estabelecimento, crescimento e desenvolvimento diferenciado entre espécies, os quais são imprescindíveis para o desenvolvimento da agrossilvicultura.

Com esse contexto, nota-se a importância de elaborar estudos com espécies florestais e arranjos para que ocorra melhor compreensão do crescimento e estabelecimentos dos indivíduos em sistemas agrossilviculturais, com vista a recuperar as pastagens degradadas e promover maior conforto animal.

2 OBJETIVO

Avaliar o desempenho silvicultural de sete espécies florestais introduzidas em diferentes arranjos de sistemas silvipastoris implantadas em pastagem degradada em Lavras, MG.

3 HIPOTESE



Existem espécies florestais com potencial para serem introduzidas em diferentes arranjos de sistemas silvipastoris implantados em pastagens degradadas em Lavras, MG.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Sistemas agroflorestais

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são sistemas racionais de uso e manejo dos recursos naturais, que integram consórcios de espécies arbóreas (árvores, arbustos, palmeiras), cultivos agrícolas e/ou animais, sendo estes arranjados entre duas ou mais espécies simultaneamente ou sequencial no tempo e com espaço de caráter temporário ou permanente, respeitando sempre, os princípios da sustentabilidade e realidade do produtor rural, ou seja, as questões ambientais, sociais e econômicas (MACEDO, VALE, VENTURIN, 2010; VENTURIN et al., 2010).

As técnicas agroflorestais possibilitam diversificação de produtos, que geram renda em diferentes períodos do ano, garantindo assim, maior proteção econômica. Essas características estão sendo buscadas pelos sistemas agropecuários a cada ano, devido a otimização da produção e pelas questões ambientais que esses sistemas englobam, as quais características divergem das grandes monoculturas empregadas nas propriedades (ALVARENGA et al., 2010; ALVES, LAURA, ALMEIDA, 2015).

De acordo com o manejo dos componentes, os SAF's podem ser classificados em sistemas silviagrícolas, sistemas silvipastoris, sistemas agrossilvipastoris ou integração lavoura, pecuária e floresta (MACEDO, VALE, VENTURIN, 2010; MATTHEWS, 2006; OLIVEIRA NETO et al., 2010a).



Os sistemas silviagrícolas correspondem ao uso da terra, com no mínimo, um componente arbóreo associado a um cultivo agrícola. Esse sistema possui a função de produção, proteção e promotora de serviços ambientais, sendo *Taungya*, *Alley cropping* e policultivos multiestratificados os principais sistemas silviagrícolas voltados à produção (SILVA, 2013; MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010).

Os sistemas agrossilvipastoris caracterizam-se pela associação de espécies florestais, agrícolas e animais, as quais podem ocorrer de forma simultânea ou sequencial, pela presença de animais de pequeno ou grande porte, árvores e cultivos agrícolas de ciclo curto. Esse sistema, atualmente, é denominado como integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF) (SILVA, 2013; OLIVEIRA NETO et al., 2010b).

O sistema silvipastoril, caracteriza-se pela associação de espécies florestais com as atividades pecuárias, sendo esses importantes para a recomposição de grandes extensões de pastagens degradadas por estabelecer maior qualidade para o pasto e rentabilidade com a madeira de espécies florestais, além de contribuir com o sequestro de carbono e com o conforto animal (PAULA et al., 2013).

Com essas divisões, pode-se aferir que os SAF's agregam técnicas florestais, agronômicas e zootécnicas para favorecer a produção e minimizar a degradação do ambiente (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010; VENTURIN et al., 2010).

Segundo Schoroth et al. (2001), a redução na degradação do ambiente está relacionada com a utilização de técnicas que minimizam a exposição do solo através da introdução de diversas culturas e espécies florestais que beneficiam a área por meio da manutenção da fertilidade do solo, tornando o ambiente mais favorável aos processos biológicos e consequentemente,



melhorando as condições físicas e químicas, além de proporcionar melhor eficiência da ciclagem de nutrientes.

As técnicas para redução da degradação relacionam-se, principalmente, com a presença de espécies arbóreas no sistema, a qual melhora as condições hídricas, umidade relativa do ar e radiação solar, contemplando grande importância para o sucesso dos SAF's.

Outra condição favorável num sistema agroflorestal é o pedoclima existente, o qual é caracterizado pela presença de árvores com função de interceptação da radiação solar, redução da velocidade do vento e atenuação do impacto das gotas de chuva no solo por interceptação das copas. Essas condições acarretam na redução da erosão e abrandamento da temperatura superficial do solo (ALTIERI, 2012).

Portanto, ao requerer principalmente a recuperação de pastagens degradadas com a técnica silvipastoril é necessário, sempre, observar as causas e as consequências que originaram a degradação da pastagem.

4.2 Causas e consequências da degradação da pastagem

A degradação da pastagem é um processo evolutivo que gera a perda de produtividade, vigor, capacidade de recuperação natural das pastagens (perda da sustentação econômica aos níveis de produção), e de qualidade exigidos pelos animais, gerando no segundo momento a presença de pragas, plantas invasoras e doenças, que culminam na degradação das pastagens e conseqüentemente, no aumento da compactação e erosão do solo, cujos componentes decorrem da utilização incorreta das técnicas de manejo (MACEDO; ARAUJO, 2012).

Segundo Dias-Filho (2006), a degradação da pastagem está situada entre dois extremos. O primeiro denomina-se de degradação agrícola e se caracteriza pela mudança na composição botânica da pastagem, aumentando a proporção de



plantas daninhas e diminuindo a de capim, sem acarretar mudanças nas propriedades físico-químicas do solo, mas gera o declínio na produção por pressão de competição.

A degradação biológica situada no outro extremo e caracteriza-se pela intensa diminuição da vegetação na área, que gera a degradação do solo. Essa situação envolve perdas de natureza química como: o declínio de nutrientes e acidificação, danos nas propriedades físicas por ação da erosão e compactação, e escoamento da matéria orgânica, caracterizando assim a perda da capacidade de sustentação da produção (MACEDO, 2009).

Os processos de degradação da pastagem ocorrem, em grande maioria, nas regiões tropicais e subtropicais, onde são considerados um fenômeno comum e gerador de inúmeros prejuízos econômicos e ambientais para os produtores de gado de corte e de leite (DIAS-FILHO, 2011).

As principais causas da degradação estão associadas a presença de banco de sementes de espécies invasoras, dificuldade na formação inicial da pastagem decorrentes do mau uso de técnicas de preparo e conservação do solo, falta de adubação e correção da manutenção, além da utilização inadequada do manejo animal na fase de sua formação, ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras, excesso de animais e emprego de sistemas de pastejo de forma errônea (MACEDO; ARAUJO, 2012).

A queima da pastagem e os fatores abióticos também são relacionados como causadores da degradação das pastagens, pois ocasionam a volatilização dos nutrientes, exportando esses temporariamente para as camadas mais superficiais, que acarreta, futuramente, na redução da fertilidade do sítio (ZANINI; SBRISSIA, 2013).

Essas causas contribuem na diminuição da produtividade e perda do vigor nutricional da pastagem, que acarreta na necessidade do acréscimo de



áreas para comportar a mesma quantidade de animais anteriormente a degradação.

Segundo Salton e Carvalho (2007), a quantidade ingerida de forragem pelos animais em pastejo é resultado do tamanho dos bocados, da densidade da pastagem, da frequência dos bocados e do tempo dedicado ao pastejo. Dessa forma, nota-se que ao diminuir o vigor que está relacionado com a altura e a densidade da pastagem, o gado terá que demandar mais energia para ter a mesma quantidade de forragem ingerida.

No entanto, muitos produtores deixam de prevenir e reverter a degradação da pastagem por observar apenas a aparência momentânea sem utilizar ferramentas importantes para a predição da queda de produtividade. Como ferramentas, deve-se analisar a fertilidade da área, as propriedades físicas do solo e o estado nutricional das plantas (EUCLIDES et al., 2009).

O tempo é fundamental para o produtor recuperar a pastagem degradada, sendo este processo dependente de planejamento e métodos apropriados para a recuperação.

Segundo Macedo e Araujo (2012), de maneira generalizada, pode-se classificar os métodos de recuperação e renovação da pastagem como diretos e indiretos. Porém, ao encontrar estágios avançados de degradação é indicado primeiramente recuperar a fertilidade e a sua conservação que ocorre através do preparo do solo, terraceamento, e incorporação de corretivos e fertilizantes, sendo posteriormente adotadas técnicas de interação lavoura-pecuária-floresta.

Lacerda et al. (2013), controlou a degradação da pastagem com a utilização de sistemas agroflorestais, onde reduziu a incidência de plantas daninhas, combinando uso de plantas leguminosas com a arborização da pastagem e herbícidas para melhorar a produção de *Urochloa humidicola*.

Estabelecer SAF's de maneira adequada é tarefa que exige conhecimento multidisciplinar e planejamento acurado, devendo estes



considerarem o desenvolvimento dos cultivos associados, suas exigências ecofisiológicas e interações possíveis, além de avaliações periódicas (SILVA, 2013).

Portanto, o planejamento deve ser forjado em sólidas bases técnicas e culturais para minimizar os riscos e fortalecer as vantagens e benefícios da integração entre árvores, culturas agrícolas e/ou animais, sendo um processo contínuo e dinâmico, necessitando assim, de mais pesquisas no setor, de modo a favorecer o conhecimento dos arranjos espaciais de espécies florestais para as distintas regiões do Brasil.

4.3 Espaçamento em sistemas florestais

A determinação do espaçamento é considerada um dos pontos principais no planejamento para implantação dos sistemas florestais, visto que sua correta escolha se baseia em função das condições do mercado e produto final pretendido, da qualidade do sítio, da espécie e do potencial genético do material (LIMA et al., 2013).

As condições do mercado são consideradas um dos principais fatores norteadores da determinação do espaçamento. Para conhecer essas condições há necessidade de realizar estudos e análises sobre demanda por madeira na região do povoamento, pois ao ter demandas mais nobres, como movelaria e laminação, requer-se espaçamentos mais amplos, rotações longas e tratos silviculturais apropriados (CETINKOL et al., 2012; PAIVA, 2011).

Os fatores abióticos e bióticos são fundamentais na predição dos espaçamentos, devido influenciarem na disponibilidade de água, luz e nutrientes. A agregação desses fatores culmina na qualidade de sítio do local, o qual influencia na sobrevivência, crescimento e vigor das plantas (BOLETHO, 1998).



Para minimizar esses aspectos determinam-se espaçamentos diferenciados para as qualidades de sítio, ou seja, em sítios de alta qualidade e espécie de rápido crescimento, quando a finalidade pretendida for madeira para serraria, utiliza-se espaçamentos mais amplos, pois com a alta disponibilidade de nutrientes ocorre o rápido fechamento do dossel.

Com relevante importância, a escolha da espécie é primordial na determinação do espaçamento, visto que espécies de rápido crescimento em espaçamentos amplos podem ser introduzidas em sítios de baixa qualidade, pois a área útil utilizada é maior, o que acarreta na redução da competição intraespecífica (BOTELHO, 1998; MAGALHÃES et al., 2006).

A definição do espaçamento, amplo ou adensado, reflete mudanças no comportamento das variáveis dendrométricas. Em espaçamentos mais adensados ocorre maior volume por área e rotações mais curtas. Já ao aumentar a área útil por árvore, ou seja, utilizar espaçamentos mais amplos, ocorre o acréscimo do volume individual e a rotação é mais longa (OLIVEIRA et al., 2009).

Segundo Botelho (1998) espaçamentos com baixa densidade, refletem na produção em volume individual, menor custo de implantação, maior número de tratos culturais, maior conicidade de fuste e desbastes tardios. O autor salienta que se a densidade for muito baixa, as árvores não consomem todos os recursos disponíveis no sítio, o que acarreta menor produção por área.

Ao introduzir espaçamentos com alta densidade de plantas, ocorre maior produção em volume por hectare, rápido fechamento do dossel, menor número de tratos culturais, menor conicidade do fuste e exigências de desbastes precoces. Se a densidade de plantio for muito elevada, os recursos como água, nutrientes e luz não serão suficientes para atender à demanda do povoamento, o que também repercute no decréscimo de volume por árvore e na própria qualidade das árvores (LIMA et al., 2013).



Dessa forma, a obtenção de um espaçamento ótimo é fundamental, pois esse é capaz de fornecer o maior volume de madeira em tamanho, forma e qualidade desejáveis, de acordo com a finalidade do plantio e o grau de mecanização das operações florestais (LELES et al., 2011; OLIVEIRA NETO et al., 2010a).

Contudo, exprime a necessidade da realização de pesquisas com dinâmica de crescimento, enfocando os arranjos para mais espécies com potencial florestal, pois o desempenho de cada espécie muda com o arranjo escolhido.

4.4 Dinâmica de crescimento

A evolução do crescimento das espécies florestais nos sistemas agroflorestais pode ser quantificada pela dinâmica de crescimento que é expressa por produção de madeira em ($m^3 \cdot ha^{-1}$), por incremento médio anual (IMA) e pelo incremento corrente anual (ICA) de cada espécie florestal (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010).

Em sistemas agroflorestais a dinâmica de crescimento possibilita analisar o desempenho das espécies implantadas, de modo, a observar as interferências entre espécies e a produção de biomassa das mesmas, objetivando determinar a rotação técnica e econômica dos indivíduos alocados no sistema (FORREST et al., 2005).

O momento ideal para a realização da rotação técnica nos SAF's, corresponde a idade em que se verifica a intersecção das curvas do IMA e ICA, sendo este o período que ocorre a estagnação do crescimento para as espécies florestais. Já a rotação econômica corresponde a maximização dos retornos econômicos inseridos no sistema de produção, ou seja, a rotação irá depender da situação econômica do mercado (CAMPOS; LEITE, 2009).



Essa dinâmica favorece o planejamento de sistemas com muitas espécies, pois contribui para entender a resposta a necessidade de luz, o porte alcançado de cada espécie e seu comportamento em locais com diferentes condições edafoclimáticas. Estas contribuições permitem observar o efeito do desenvolvimento e a produção de cada espécie ao decorrer do tempo e dentro do espaço disponível no sistema implantado (VAN DER WERF et al., 2007).

Nestas condições, nota-se que a dinâmica de crescimento é fundamental para a avaliação do desenvolvimento de cada espécie, devido possibilitar o planejamento das intervenções silviculturais para cada situação presente no sistema silvipastoril. Contudo, ressalta-se a necessidade de trabalhos com o intuito de entender e estabelecer a dinâmica para espécies com grande potencial produtivo e comercial.

4.5 Espécies florestais utilizadas no sistema silvipastoril

4.5.1 Acácia (*Acacia mangium* Willd)

A *Acacia mangium* Willd, conhecida popularmente como acácia, pertence à família Fabaceae. Considerada uma árvore de grande porte, a acácia alcança entre 25 a 30 m de altura e 90 cm de diâmetro na altura do peito (DAP), além da presença de tronco retilíneo, que pode superar a metade da altura total da árvore (MARTO; MULLER, 2007).

As principais características morfológicas são contempladas pela presença de filódios, pecíolos achatados e laminares, que substituem as lâminas foliares, dispostas de forma alterna, espiriladamente, coriáceas e com nervuras salientes partindo da base (DUARTE et al., 2010).

Essa espécie ocorre naturalmente na região noroeste da Austrália (Queensland), Indonésia, Ilhas Molucas, Java e na província de Papua Nova

Guiné, sendo essas regiões localizadas na latitude de 1° a 10°S. No Brasil, os maiores plantios de Acácia estão localizados nos estados de Roraima e Minas Gerais, nos quais a espécie apresenta grande potencial de desenvolvimento (COELHO et al., 2007; ROSSI et al., 2003; TONINI; HALFELD-VIEIRA, 2006).

Segundo Gonçalves e Lelis (2012), a *Acacia mangium* Willd é heliófita pioneira e não se adapta em regiões de alto déficit hídrico e com ocorrência de geadas fortes. Porém, a espécie desenvolve-se bem em solos pobres, erodidos, com pouca drenagem, pH entre 4,50 – 6,50 e em regiões com pluviosidade média de 2.100 mm.ano⁻¹. Além de promoverem maior atividade microbiana em solos pobres (MARTO; MULLER, 2007; VALE JUNIOR et al., 2011).

A produção de mudas ocorre por via seminal e por via vegetativa. A seminal acontece através da sementeira em canteiros e cobertura das sementes com uma leve camada de areia, sendo este um método mais simples de propagação. Atualmente, com as técnicas avançadas de melhoramento genético, a propagação vegetativa ocorre por micropropagação (RODRIGUES et al., 2008).

A madeira da acácia apresenta cerne com coloração castanho claro que difere da cor presente no alburno. A massa específica aparente é de 0,522 g.cm⁻³, a qual possibilita ser serrada, planada e polida, permitindo assim o uso na fabricação de móveis. Além destas utilidades, deve-se ressaltar que essa espécie tem alto potencial para a produção de papel kraft, devido conter fibras curtas e rápido crescimento em campo, contemplado por 46 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ (GONÇALVES; LELIS, 2012; SILVA, 2008).

Segundo Silva (2008), a *Acacia mangium* Willd é indicada para a implantação de sistemas silvipastoris e com consórcios de culturas agrícolas anuais de arroz, feijão, milho, soja entre outros, o que possibilita sua utilização em sistemas agroflorestais distintos.



4.5.2 Baru (*Dipteryx alata* Vogel)

A *Dipteryx alata* Vogel, conhecida popularmente como baru, pertence à família Fabaceae e apresenta em média 15 metros de altura, podendo chegar até 25 metros em solos muito férteis. A espécie exibe copas largas com diâmetros de 6 a 11 metros, folhas compostas e alado-pecioladas, frutos comestíveis e tronco tortuoso que pode chegar a 5 metros de comprimento (CARVALHO, 2003; SANO et al., 2004).

A ocorrência da espécie situa-se nos estados do Pará, Rondônia, Tocantins, Bahia, Maranhão, Piauí, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo, sendo essa nativa, porém não endêmica (LIMA; LIMA, 2014).

Segundo Carvalho (2003), os indivíduos *Dipteryx alata* Vogel são considerados heliófilos e classificadas sucessionalmente como secundária com presença de várias plântulas ao redor da planta mãe. No entanto, Mota et al. (2012), constataram que a emergência de plântulas de baru é indiferente ao sombreamento, mas contempla o maior crescimento inicial quando as mudas são mantidas até os 125 dias de idade sob 50 % de sombreamento.

A *Dipteryx alata* Vogel é especificamente uma espécie típica do Cerrado, que apresenta grande potencial econômico, pois pode ser utilizado para diversos fins, tais como: alimentício, forrageiro, oleico, madeireiro e paisagístico, podendo, também, ser empregado em recuperação de áreas degradadas e plantio para enriquecimento de pastagens (AZEVEDO JUNIOR et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2006).

Além do aspecto madeireiro, os frutos do baru são considerados segundo estudos realizados por Alves et al., (2010), climatérios, ou seja, o processo de maturação continua mesmo após a colheita. O mesmo autor afirma que a polpa

do baru é considerada importante fonte de fibra alimentar (27%) e açúcares, contendo elevado teor de taninos, que diminui gradativamente até chegar a zero com o aumento do grau de maturação do fruto.

Com essas importantes características e ao embasar em estudos de Andrade e Pissara (2011) e Martinotto et al. (2012), recomenda-se implantar o baru em SAF's, principalmente nos sistemas silviagrícolas, silvipastoris e/ou iLPF, pois a espécie fornece diversos produtos, além de sombra, produtos madeireiros e conforto animal.

De modo geral ressalta-se que sob a copa do baru normalmente não ocorre pastagem. Sendo a presença da espécie, em SAF's, importante pelo fornecimento de abrigo aos animais e pelo valor energético e nutricional dos frutos, os quais possuem poupa rica em calorias, potássio e fósforo (MACEDO; ARAUJO, 2012).

4.5.3 Cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roemer)

A *Toona ciliata* M. Roemer, conhecida popularmente como cedro australiano, pertence à subfamília Swietenioideae e família Meliaceae. Os indivíduos dessa espécie exibem troncos retilíneos, mas em algumas condições apresentam bifurcação, com sapopemas pouco evidentes e baixas. Sua copa possui formas às vezes umbeliforme, com folhas caducifólias alternas e compostas, pendentes de coloração esverdeada. A espécie alcança altura entre 30-40 metros com incremento médio anual de 20 a 30 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, alcançado esse, em plantios comerciais (BYGRAVE; BYGRAVE, 2005; MURAKAMI, 2008; PINHEIRO et al., 2006).

O cedro australiano possui ocorrência natural na África do Sul, Austrália, Índia e Sudeste da Ásia. No Brasil, os principais plantios são

evidenciados nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e sul da Bahia (BYGRAVE; BYGRAVE, 2005; STEFANO et al., 2011).

Em relação as condições edafoclimáticas é importante ressaltar que o cedro australiano se desenvolve em altitudes variando de 500 a 1.500 metros e com precipitação entre 800 a 1.800 mm, podendo suportar geadas leves. No entanto, essa espécie não se desenvolve bem em solos argilosos compactados e solos arenosos pobres (KALIL-FILHO; WENDLING, 2012; KLIPPEL et al., 2013).

O método de propagação dessa espécie ocorre por via seminal através da polinização e/ou vegetativa através da miniestaquia e micropropagação. No entanto, a propagação por via seminal não é muito indicada para a implantação de plantios comerciais, pelo fato de ocorrer grande variabilidade genética e pouca uniformidade (SOUZA et al., 2014).

As principais utilizações estão direcionadas à serraria, devido a espécie ter um ciclo de rotação curto, coloração da madeira e presença de propriedades físicas e químicas boas, tendo grande possibilidade para fabricação de painéis com partículas orientadas, ou seja, *Oriented Strand Board* (OSB) (MORETTI et al., 2011).

Segundo Porfírio-da-Silva et al. (2010), a *Toona ciliata* M. Roemer é umas das espécies indicadas para a arborização de pastagens, ou seja, para implantação em sistemas silvipastoris, devido ao crescimento e a produção de madeira com características para a utilização em serraria.

4.5.4 Eucalipto clone 1528 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*)

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, o qual é amplamente difundido nos trópicos e contempla aproximadamente 730 espécies. No Brasil, as primeiras mudas do gênero foram plantadas em 1868 nos estados do Rio



Grande do Sul e Rio de Janeiro, sendo que as primeiras pesquisas iniciaram com o Engenheiro Agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, em 1904, no Horto Florestal de Rio Claro, SP, pertencente à ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro para suprir a necessidade de lenha, carvão, dormentes e postes (DOS SANTOS, 2014; MORA; GARCIA, 2000).

As principais características botânicas são as folhas simples, alternas, perenifólias, coriáceas e com glândulas oleíferas. Tronco descamante, retilíneo, que possuem a característica de rebrota. Flores pequenas, as quais diferem-se de uma espécie para outra (LAMPRECHT, 1990).

A maioria das espécies conhecidas possuem origem nas altas florestas da Austrália, sendo que algumas espécies ocorrem somente na parte oeste do arquipélago da Indonésia e Filipinas. Esses indivíduos podem chegar entre 40 e 50 m de altura com incremento volumétrico médio anual de $40,70 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (ABRAF, 2013; MORA; GARCIA, 2000).

O eucalipto é uma árvore que se desenvolve em solos ácidos, com baixa fertilidade e com déficit hídrico, ou seja, essa espécie possui menos exigências nutricionais do que os demais cultivos. Mas, para melhor desenvolvimento e produção requer solos com boa qualidade de sítio.

É importante ressaltar que o Brasil contempla 5.102.030,00 hectares de área plantada com eucalipto, sendo Minas Gerais o estado com maior área plantada (ABRAF, 2013). No entanto, para conter essa quantidade de área plantada no Brasil foi necessário obter avanços no melhoramento genético, possibilitando assim a criação de novos clones com grande potencial de desenvolvimento em condições específicas. Dentre estes indivíduos, destaca-se o híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, clone 1528 (super clone), que apresenta desrama natural, potencial de incremento médio anual de $50,00 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, tolerante à ferrugem do eucalipto e recomendado para solos

argilosos, altitudes entre 900 m a 1.000 m e precipitações médias anuais entre 900 mm à 1.200 mm (PALUDZYSYN FILHO; DOS SANTOS, 2011).

A madeira do clone 1528 apresenta massa específica aparente entre 0,582 a 0,593 g.cm⁻³, parede da fibra com espessura superior e maior teor de celulose que as demais espécies de eucalipto, sendo esta umas das características desejáveis para a produção de papel. Outros usos são para lenha, carvão, cavaco, pellets, serraria, madeira tratada como estacas, mourões e postes (BRISOLA; DEMARCO, 2010; OLIVEIRA et al., 2012).

Segundo Kichel et al. (2012), o clone 1528 é indicado para a implantação em sistemas silvipastoris por possibilitar um excelente crescimento das forrageiras *Urochloa brizantha* cvs., *Marandu* e *Piatã*, visto que com 600 árvores por hectare os pesquisadores encontraram decréscimo de 10% da matéria seca em comparação com o monocultivo. Além destes resultados, o autor demonstra que as temperaturas durante a madrugada foram maiores e durante a tarde menores, minimizando assim os extremos climáticos.

4.5.5 Guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess)

A *Calophyllum brasiliense* Cambess, conhecida popularmente como guanandi, pertence à família Clusiaceae e pode atingir entre 20 a 30 m de altura, diâmetro na altura do peito entre 20 e 50 cm e o fuste de 15 m, sendo este retilíneo e cilíndrico. Suas folhas são perenes, simples, opostas, elípticas, coriáceas, com nervuras laterais abundantes, próximas e paralelas formando uma copa de coloração verde-escuro, densa, larga e com formato arredondada. Além destas características, destaca-se a exsudação de látex amarelado ao promover ferimentos no súber (ANGELI; MULLER, 2006; MUNDO; DUARTE, 2008; NAVARRO, 2007).

Com essas características, o guanandi ocorre naturalmente na região norte (Acre, Amazonas, Pará, Roraima), região centro-oeste (Goiás, Mato Grosso), região sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e na região sul (Paraná, Santa Catarina) (BITTRICH et al., 2009).

Em relação a classificação ecológica ocorre uma divergência entre ser considerada espécie heliófila e ou esciófila, uma vez que o guanandi se adapta melhor em regiões com precipitações anuais médias entre 1.100 mm e 3.000 mm e tolera estação seca de até três meses, com déficit hídrico moderado. Além destas condições, a espécie ocorre preferencialmente em solos aluviais com drenagem deficiente, periodicamente inundáveis e brejosos, e com textura variando de arenosa a franca e em solos com alta fertilidade, no qual apresenta boa produtividade (ANGELI; MULLER, 2006; CARVALHO, 2003; NAVARRO, 2007).

A produção de mudas da *Calophyllum brasiliense* Cambess é principalmente propagada via seminal. No entanto, estudos comprovam a eficácia na propagação vegetativa através da técnica de ministaquia e micropropagação (SILVA et al., 2010).

A madeira de guanandi apresenta boa durabilidade, superfície brilhante, boa resistência e aparência similar a madeira de Mogno. Essa espécie é utilizada na construção civil, móveis decorativos, indústria de depósito de vinhos, árvore ornamental, apícola e para reflorestamento ambiental, carvão vegetal e para as atividades não madeireiras (ANGELI; MULLER, 2006; CARLI et al., 2012).

Os produtos não madeireiros provem da utilização da casca, folhas e do látex, sendo estes empregados medicinalmente para cura de doenças e também na veterinária. O chá atua na desinflamação de ferimentos e para o tratamento de úlceras crônicas (CARVALHO, 2003; POTT et al., 2004).

Segundo Devide et al. (2013), em estudos realizados no vale do paraíba no estado de São Paulo, os sistemas agrofloretais com guanandi e mandioca se



destacam pela possibilidade de obtenção de múltiplos produtos, sendo que o aporte da fitomassa aérea da mandioca é relevante à manutenção dos níveis de matéria orgânica do solo e pode ser utilizada na alimentação do rebanho leiteiro. Já em estudos realizados por Vieira et al. (2003), a *Calophyllum brasiliense* Cambess apresentou alta taxa de mortalidade em função da geada e não são recomendadas para compor sistema agroflorestal nas condições edafoclimáticas com a presença de geadas.

Contudo, essa espécie apresenta características para implantação em sistemas agroflorestais, visto que sua madeira é considerada nobre e a espécie apresenta bom crescimento.

4.5.6 Mogno africano (*Khaya senegalensis* A. Juss)

A *Khaya senegalensis* A. Juss, conhecida popularmente como mogno africano, pertence à família Meliaceae e pode atingir alturas entre 40 a 50 m com fuste entre 10 a 16 metros sem a presença de galhos e com diâmetros variando de 100 a 250 cm. As folhas são caducifólias, compostas contendo de 2 a 6 pares de folíolos, sendo dispostas espiraladas com tendência a se agrupar nas extremidades dos ramos e sem a presença de estipulas, as quais originam uma copa arredondada, densa e com ramos glabros (PINHEIRO et al., 2011).

O mogno africano é comumente plantado em áreas que possuem condições edafoclimáticas semelhantes. A distribuição natural da espécie localiza-se na África entre as coordenadas 15° e 18°N, abrangendo os países de Senegal, Mali, Mauritânia, norte de Camarões e de Uganda, Gâmbia, Togo, Gana, Norte da Nigéria e Guiné. Além destes, a espécie foi implantada em outros países, sendo um destes o Brasil (LAMPRECHT, 1990; PINHEIRO et al., 2011).



Essa espécie é considerada heliófita com tolerância a sombra na fase juvenil. Em sua área de ocorrência tolera variação de precipitação entre 650 a 1.300 mm, sendo as condições hídricas mais importantes que a fertilidade do solo para o seu desenvolvimento (KLIPPEL et al., 2013; LAMPRECHT, 1990).

Em relação as condições climáticas, o mogno africano suporta período igual a 6 meses de estiagem, que promove a estagnação do seu crescimento. Já em condições de sombreamento os indivíduos reduzem o crescimento. Além destas questões é importante ressaltar que o maior pico de desenvolvimento ocorre até 8 anos, período qual, o indivíduo inicia a fase de frutificação (TEIXEIRA, 2011).

A produção de mudas de *Khaya senegalensis* é realizada pela propagação seminal e vegetativa. A produção via vegetativa é feita, principalmente, pelo método de estaquia, onde utiliza-se os ramos provenientes de mudas de origem seminal, sem a necessidade do uso de ácido indol-butírico (AIB) (VASCONCELOS, 2012).

A madeira é considerada adequada para a decoração de interiores, brinquedos, dormentes, polpa de celulose, laminação e serraria, por causa do desenho da grã, pela cor avermelhada amarronzada e por conter massa específica básica de $0,588 \text{ g.cm}^{-3}$. Além dessa, destaca-se o aproveitamento das sementes, através da extração de óleo para a elaboração de cosméticos e para o tratamento de doenças como o reumatismo (FRANÇA, 2014; PINHEIRO et al., 2011).

Contudo, a espécie apresenta bom desenvolvimento e madeira com grande valor agregado, devido suas propriedades físico-química, o mogno africano é indicado para a recuperação de pastagens degradadas, além de ser uma alternativa viável para a substituição da utilização do Mogno nativo (*Swietenia macrophylla*) e implantação em sistemas silvipastoris (MESSORA, 2013).

4.5.7 Teca (*Tectona grandis* L.F.)

A *Tectona grandis* L.F., conhecida popularmente como teca, pertence à família Laminaceae. A espécie é considerada de rápido crescimento, com altura entre 25 a 35 m e DAP de 100 cm. As principais características morfológicas estão voltadas para a cor e estrutura da casca, forma do tronco e coloração das folhas, as quais distingue-as das demais espécies (ANGELI; STAPE, 2003; CALDEIRA; OLIVEIRA, 2009; LAMPRECHT, 1990).

As folhas apresentam disposição oposta a verticilar em grupos de três, coriáceas e com limbo largos e elípticos. O tronco é considerado cilíndrico, possuindo ramos de inserção baixa em seu fuste, além de conter uma casca que pode atingir 15 mm de espessura (ANGELI; STAPE, 2003).

A teca é uma espécie nativa das florestas tropicais situadas entre coordenadas de 10° e 25° N, com ocorrência no sudoeste asiático e subcontinente índico, que abrange os países da Índia, Myanmar, Tailândia, Laos, Camboja, Vietnã e Indonésia. No Brasil, a espécie foi introduzida em Mato Grosso, onde os primeiros plantios comerciais foram inseridos no ano de 1970, município de Cáceres. Embora, atualmente já ocorra plantios em todas as regiões do país (CALDEIRA; OLIVEIRA, 2009; LAMPRECHT, 1990).

A espécie apresenta maior taxa de crescimento em localidades com precipitação anual de 1.250 mm a 3.750 mm, associada a um período de três a cinco meses de seca e temperatura mínima de 13°C a 17°C e máxima de 39°C a 43°C. A teca possui melhor desenvolvimento em solos profundos, bem drenados e férteis, com o pH ótimo entre 6,5 a 7,5 e com disponibilidade de cálcio (FIGUEREDO et al., 2005; KLIPPEL et al., 2013).

A produção de mudas é realizada por via seminal e vegetativa. A propagação via seminal é bastante utilizada, porém esta depende do processo de fertilização (reprodução sexual e fusão de gametas), o qual gera indivíduos com



alta variabilidade e conseqüentemente, pouco indicação para plantios comerciais, devido a desuniformização do plantio (RAPOSO et al., 2010).

Para suprir a desuniformização em plantios, várias técnicas de propagação vegetativa têm sido desenvolvidas com o objetivo de produzir mudas clonais, através do uso da técnica de micropropagação no lugar da estaquia, que proporciona um número muito maior de clones em um espaço físico reduzido e com grande qualidade fitossanitária (MORETTI et al., 2014; RAPOSO et al., 2010).

A madeira possui alburno estreito e claro com cerne largo de coloração marrom brilhante, massa específica aparente de $0,64 \text{ g.cm}^{-3}$ e propriedades físico-mecânicas. Essas características facilitam a secagem e estabilidade dimensional, o que favorece a utilização da madeira na indústria de construção naval. Outra utilização da madeira é na construção de móveis, estruturas, pisos, peças torneadas, chapas, painéis, postes e dormentes (FIGUEREDO et al., 2005; LIMA et al., 2011).

No Brasil, atualmente, a teca ocupa uma área de 67.329 hectares plantados com incremento volumétrico médio anual de $15 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Mediante as características e qualidades apresentadas é importante ressaltar que a *Tectona grandis* L.F. foi a espécie utilizada no clássico sistema Taungya, do qual derivou-se diversos outros sistemas agroflorestais. Dessa forma, indica-se essa espécie para a utilização em sistemas silvipastoris (ABRAF, 2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável**. Rio de Janeiro: Expressão popular AS-PTA, 2012. 400p.



ALVARENGA, R. C. et al. Sistema de integração lavoura pecuária floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 59-67, jul./ago. 2010.

ALVES, A. M. et al. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 266-273, jul./set. 2010.

ALVES, F.V.; LAURA, V.A.; ALMEIDA, R.G.de. **Sistemas agroflorestais a agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa, 2015, 208 p.

ANDRADE, N.; PISSARA, T. C. Estratégias para sombreamento de pastagens: estudo de caso. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.1, n.2, p.85-90, Dez. 2011.

ANGELI, A.; STAPE, J. L. *Tectona grandis* (Teca). Piracicaba: IPEF, 2003, 4 p.

ANGELI, A.; MULLER, P. H. *Calophyllum brasiliense* (Guanandi). Piracicaba: IPEF, 2006, 10 p.

AZEVEDO JUNIOR, W.C. et al. O Uso do Cumbaru (*Dipteryx alata* Vogel) como fonte Alternativa de Renda no Assentamento Agroara-Girau em Poconé-MT. **Cadernos de Agroecologia**, Dourados, v. 9, n. 4, p. 1-12, Nov. 2014.

BITTRICH, V. et al. *Calophyllaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB6827>>. Acesso em: 27 Out. 2014.

BOTELHO, S. A. **Espaçamento**. In: SCOLFORO, J. R. S. Manejo florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.

BRISOLA, S. H.; DAMARCO, D. Análise anatômica do caule de *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla* e *E. grandis x urophylla*: desenvolvimento da madeira e sua importância para a indústria. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 317-330, set. 2011.



BYGRAVE, F. L.; BYGRAVE, P. L. **Growing Australian red cedar. Sydney: RIRDC/Land & Water Australia/FWPRDC/MDBC.** 2005. 84 p. (Publicação número 04/135).

CALDEIRA, S. F.; OLIVEIRA, D. L. C. Desbaste seletivo em povoamentos de *Tectona grandis* com diferentes idades. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 223 – 228, fev. 2008.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal.** Viçosa: Editora UFV, 2009. 548p.

CARLI, E. et al. Aspectos químico, botânico e etnobotânico da espécie *Calophyllum brasiliensis* Cambess. **Biodiversidade**, Rondonópolis, v.11, n. 1, p.43, fev. 2012.

CARVALHO, P.E.R. **Baru.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 10 p. (Documento 83).

CARVALHO, P.E.R. **Guanandi.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 10 p. (Documento 78).

CETINKOL, O.P. et al. Structural and Chemical Characterization of Hardwood from Tree Species with Applications as Bioenergy Feedstocks. **PLOS ONE**, Califórnia, n.12, v.7, p. 11, dez. 2012.

COELHO, S.R.F. et al. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.759-768, jun. 2007.

DEVIDE, A.C.P. et al. Sistema agroforestal de yuca y guanandi (*Calophyllum braziliense*) en el valle de Paraíba, estado de São Paulo, Brasil. In: IV Congreso Latinoamericano de Agroecología, 4., 2013, La Molina. **Anais...** La Molina: SOCLA, 2013. p. 1-10.

DIAS FILHO, M.B. **Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006 (Documentos 258).



DIAS FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.243-252, 2011.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014, 36 p. (Documento 402, v.1).

DOS SANTOS, P.E.T. **Eucalipto**. Colombo: Embrapa Floresta, 2014, 4p. (Informação técnica).

DUARTE, R.F. et al. Crescimento inicial de Acácia em condicionador formado de fibra de coco e resíduo agregante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.11, p.1176–1185, nov. 2010.

EUCLIDES, V.P.B. et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.98-106, jan. 2009.

FIGUEIREDO, E.O.; OLIVEIRA, L.C.; BARBOSA, L.K.F. **Teca (*Tectona grandis* L.f.): principais perguntas do futuro empreendedor florestal**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005, 87p.

FORRESTER, D.I.; BAUHUS, J.; COWIE, A.L. On the success and failure of mixed-species tree plantations: lessons learned from a model system of *Eucalyptus globulus* and *Acácia mearnsii*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 209, n. 1-2, p. 147–155, abr. 2005.

FRANÇA, T.S.F.A. **Caracterização tecnológica das madeiras de duas espécies de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev. E *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss.)**. 2014, 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

GONÇALVES, F.G.; LELIS, R.C.C. Caracterização Tecnológica da Madeira de *Acacia angium* Willd em Plantio Consorciado com Eucalipto. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.19, n.3, p.286-29, jul./set. 2012.

KALIL FILHO, A.N.; WENDLING, I. **Produção de mudas de cedro australiano**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012, 5 p. (Comunicado Técnico n° 309).



KICHEL, A.N. et al. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro.** In: BUNGENSTAB, D.J. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Brasília: EMBRAPA, 2012. p. 1- 10.

KLIPPEL, V.H. et al. Zoneamento climático para teca, cedro australiano, Nim indiano e Pupunha no estado do Espírito Santo. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 671 - 680, out./dez. 2013.

LACERDA, F. et al. Weed dynamics during the change of a degraded pasture to agroforestry system. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 87, n. 5, p. 909–916, mar. 2013.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas- possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Rossdorf: TZ – Verl-Ges. (GTZ), 1990. p. 297.

LELES, P.S. dos S. et al. Crescimento de espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos em plantio de recomposição florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 231-239, jun. 2011.

LIMA, H.C.; LIMA, I.B. **Dipteryx in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2014. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29628>>. Acesso em: 20 Out. 2014

LIMA, I.L.; PIMENTAEL, M.M.; NIVALDO, J.G. Propriedades mecânicas e densidade aparente da madeira de *Tectona grandis* Linn. F. (Teca) em função do espaçamento e da posição radial na tora. **Silva Lusitana**, Oeiras, v. 19, n. 2 p. 221 - 232, 2011.

LIMA, R. et al. Efeito do Espaçamento no Desenvolvimento Volumétrico de *Pinus taeda* L. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.20, n.2, p. 223-230, abr./jun. 2013.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.38, n.1, p.133-146, 2009.



MACEDO, M.C.M; ARAUJO, A.R. Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativa para recuperação de pastagem. In: BUNGENSTAB, J. D. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: EMBRAPA. 2012, p. 27 - 49.

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

MAGALHÃES, M.M. et al. Desempenho silvicultural de espécies de Eucalyptus spp. em quatro espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.12, n.2, p. 01 - 07, nov./dez. 2006.

MARTINOTTO, F.; MARTINOTTO, C.; COELHO, M.F.B.; BRITO, R.A.B.A.; ALBUQUERQUE, M.C.F. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.1, p.22-29, jan. 2012.

MARTO, G.B.T.; MULLER, P.H. *Acacia mangium* (Acácia). Piracicaba: IPEF, 2007. 10 p.

MATTHEWS, J.D. **Silvicultural Systems**. New York: OXFORD, 2006. 284p.

MESSORA, A.J. O avanço do sistema agroflorestal. **Revista Safra**, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://revistasafra.com.br/o-avanco-do-sistema-agroflorestal/>>. Acesso em: 01 de nov. de 2014

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade brasileira de Silvicultura, 2000. 114 p.

MORETTI, B. S. et al. Crescimento e nutrição de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 453-463, out./dez. 2011.

MORETTI, M.S. et al. Crescimento inicial de plantas de teca em monocultivo e sistema Taungya com milho em Figueiropolis D'Oeste, Estado de Mato Grosso. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 269-277, jun. 2014.



MOTA, L.H.S.; SCALON, S.P.Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, jul.-set., 2012.

MULLER, 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, out. 2011.

MUNDO, S.R.; DUARTE, M.R. Farmacobotânica foliar e caulinar de guanandi - *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Clusiaceae). **Revista Brasileira de Farmacologia**, Rio de Janeiro, v. 89, n.2, p. 87-91, 2008.

MURAKAMI, C.H.G. Cedro australiano: valorização de espécies nobres. **Boletim informativo**, v. 7, n. 2, p. 1-6, fev. 2008.

NAVARRO, E.C. Viabilidade econômica comparativa entre o *Calophyllum brasiliense* (guanandi) e *Eucalyptus grandis* para serraria e processos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.1, n.10, agos. 2007.

OLIVEIRA, A.C. et al. Avaliação de diferentes níveis de desbaste nas propriedades da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 59 - 68, jan./mar. 2012.

OLIVEIRA, A.N. et al. Variações genéticas para características do sistema radicular de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.6, p. 905-909, 2006.

OLIVEIRA, T.K. et al. Desempenho silvicultural e produtivo sob diferentes arranjos espaciais em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.60, p.01-09, dez. 2009. Edição Especial.

OLIVEIRA NETO, S.N. et al. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 755-762, out./dez. 2010a.

OLIVEIRA NETO, S.N. et al. **Sistemas agrossilvipastoril integração lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2010b. 190p.



PAIVA, H.N. **Cultivo de Eucalipto: Implantação e Manejo**. Viçosa, Aprenda Fácil, 2011, 354 p.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; DOS SANTOS, P.E.T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011, 67p. (Documentos 214).

PAULA, R.R. et al. Eucalypt growth in monoculture and silvopastoral systems with varied tree initial densities and spatial arrangements. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 87, n. 6, p. 1295–1307, 25 ago. 2013.

PINHEIRO, A.L., LANI, J.L., COUTO, L. **Cedro australiano: cultivo e utilização (Toona ciliata M. Roem. Var. australis (F. Muell) Bahadur)**. Viçosa: UFV, 2006. 42p.

PINHEIRO, A.L. et al. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mogno-africanos (Khaya spp.)**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. **Arborização de Pastagens com espécies florestais madeireiras: Implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010, 48 p.

POTT, A.; POTT, V.J.; BUENO SOBRINHO, A.A. Plantas úteis à sobrevivência no pantanal. In: IV Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômico do pantanal, 4, 2004, Corumbá. **Anais...** Corumbá: SIMPAN, 2004, p. 1-16.

RADOMSKI, M.I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n 69, p. 53-61, jan/mar. 2012.

RAPOSO, A. et al. **Produção de mudas de teca por micropropagação**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2010, 8 p. (Documento 56).

RODRIGUES, A.P.D.C. et al. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 279-283, apri./jun. 2008.



ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P.; SOUZA, C.R. *Acacia mangium*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2003, 29 p. (Documento 28).

SALTON, J.C.; CARVALHO, P.C.F. **Heterogeneidade da Pastagem - Causas e Conseqüências**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007, 41 p. (Documento 91, v.1).

SANO, S.M., RIBEIRO, J.F., BRITO, M.A. De. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004, 52p. (Documento 116).

SOUZA, J.S. et al. Produtividade de minicepas de cedro australiano e remoção de nutrientes pela coleta sucessiva de miniestacas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 71-77, jan.-mar. 2014.

SCHROTH, G. et al. Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v.53, n. 2, p. 85-102. out. 2001.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais: Conceitos e Métodos**. 1. ed. Itabuna: SBSAF, 2013. v. 1. 308 p.

SILVA, F. P. Reflorestamento de acácia: Nova fonte de renda para o produtor florestal. **Revista da Madeira**, Itajaí, n. 117, nov. 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1337&subject=Reflorestamento&title=Reflorestamento%20de%20ac%20E1cia:%20nova%20fonte%20de%20renda%20para%20o%20produtor%20florestal>. Acesso em: 16 out. 2014.

SILVA, R. L. et al. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**, Costa rica, v. 34, n.1, p. 99-104, jul./Out. 2010.

STEFANO, M.V.; CALAZANS, L.S.B.; SAKURAGUI, C.M. **Meliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabo/t/floradobrasil/FB85592>>. Acesso em: 21 Out. 2014



TEIXEIRA, V. C. M. **Avaliação da usinagem da madeira de mogno africano**. 2011, 43 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

TONINI, H.; HALFELD-VIEIRA, B.A. Desrama, crescimento e Predisposição à podridão-do-lenho em *Acacia mangium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília, v.41, n.7, p.1077-1082, jul. 2006.

VALE JUNIOR, J. F. et al. Atributos químicos e atividade microbiana em solos convertidos de savana para plantios de *Acacia mangium* Willd em Roraima. **Revista Agroambiente**, v. 5, n. 1, p. 1-11, jan-abril 2011.

VAN DER WERF, W. et al. Yield-SAFE: A parameter-sparse, process-based dynamic model for predicting resource capture, growth, and production in agroforestry systems. **Ecological Engineering**, Philadelphia, v. 29, n. 4, p. 419–433, abr. 2007.

VASCONCELOS, R. T. **Enraizamento de estacas de *Khaya senegalensis* A.Juss. em diferentes concentrações de ácido indolbutírico**. 2012, 43 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2012.

VENTURIN, R.P. et al. Sistemas Agrossilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. **Integração lavoura-pecuária-floresta**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 37-43, 46, jul./ago. 2010.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.627-634, set./out. 2003.

ZANINI, G. D.; SBRISSIA, A. F. Fogo em pastagens: estratégia de manejo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.12, n.1, p. 94-103, 2013.



CAPÍTULO 1

DESEMPENHO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS INTRODUZIDAS PARA SISTEMA SILVIPASTORIL EM LAVRAS, MG

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho silvicultural de quatro espécies florestais introduzidas em arranjo silvipastoril sobre pastagem degradada em Lavras, MG. As espécies estudadas foram o cedro australiano clonal e seminal (*Toona ciliata* M. Roemer), mogno africano (*Khaya senegalensis* A. Juss), teca (*Tectona grandis* L. F) e guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess). Em campo, o experimento foi implantado no delineamento experimental em blocos casualizados com 4 repetições, sendo que cada parcela contemplou 48 plantas úteis em arranjo de $(3(3 \times 2) + 7 \times 2)$ m. As subparcelas correspondem as épocas de avaliações (12, 18, 31, 36 e 43 meses pós plantio). Os desempenhos das espécies foram avaliados através dos parâmetros de sobrevivência, DAP, altura, área basal, incremento médio anual e incremento corrente anual para cada variável resposta. Com base no desempenho das espécies, conclui-se que o cedro australiano clonal apresentou melhor adaptação, sendo que dentre as espécies estudadas o guanandi apresentou o menor desempenho silvicultural e sintomas de má adaptação para Lavras, MG.

Palavra-chave: Adaptação. Crescimento. Condições silviculturais. Introdução de espécies florestais.



SILVICULTURAL PERFORMANCE OF INTRODUCED FOREST SPECIES TO SILVOPASTORAL SYSTEM IN LAVRAS, MG

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the silvicultural performance of four introduced forest species in a silvopastoral arrangement on pasture degraded in Lavras, MG. The studied species were the clonal and seedling Australian Red Cedar *Toona ciliata* M. Roemer), African mahogany (*Khaya senegalensis* A. Juss), teak (*Tectona grandis* L. F) and guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess). In the field, the experiment was carried out in a randomized block design with four repetitions, where each plot included 48 useful plants in an arrangement of (3 (3x2) + 7x2) m. The subplots correspond to the evaluation periods (12, 18, 31, 36 and 43 months after planting). The performances of the species were evaluated by the survival parameters, DBH, height, basal area, mean annual increment and current annual increment for each dependent variable. Based on the performance of the species, it is concluded that the clonal Australian Red Cedar showed better adaptation, and among the studied species, guanandi showed both the lowest silvicultural performance and symptoms of poor adaptation to the southern region of Minas Gerais.

Keywords: Adaptation. Growth. Silvicultural conditions. Forest species establishment.



1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população e da renda dos brasileiros enfatiza o aumento pela demanda de madeira e alimentos que expressa a necessidade de produzir com qualidade e princípios de conservação do meio ambiente, pois a utilização em excesso e inadequada de determinados recursos, em resposta a intensa demanda, contribuem para o esgotamento dos mesmos (FAO, 2014; OLIVEIRA NETO et al., 2010).

A produção de madeira e alimento sobre pastagens abandonadas representa um método de produção com recuperação de recursos e redução da pressão sobre as florestas nativas.

A integração de pastagens cultivadas com árvores se apresenta como uma opção viável para reverter este problema e promover a sustentabilidade nesse e em outros ecossistemas sujeitos aos mesmos problemas de degradação (SOUCHIE et al., 2006)

Essa integração corresponde ao sistema silvipastoril, que objetiva incrementar a produtividade por unidade de área e promover a interação entre animal, pastagem e espécie arbórea.

De acordo com o Sistema Florestal Brasileiro (SIF) (2015), as pesquisas têm avançado na área de sistemas agroflorestais e silvipastoris, demonstrando resultados positivos nos aspectos econômicos, ambientais e sociais. No entanto, nota-se a necessidade de estudos com diferentes espécies florestais de potencial madeireiro para a implantação em sistemas silvipastoris com vista a recuperação de pastagem.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho silvicultural de quatro espécies florestais introduzidas em arranjo silvipastoril sobre pastagem degradada em Lavras, MG.



2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e caracterização da área de estudo

O experimento localiza-se na região Sul do estado de Minas Gerais, na Fazenda Experimental da EPAMIG, Unidade de Lavras, situado a latitude de $21^{\circ} 21' 12''$ sul e longitude de $45^{\circ} 06' 51''$ oeste, (Figura 1), com altitude de 890 metros.

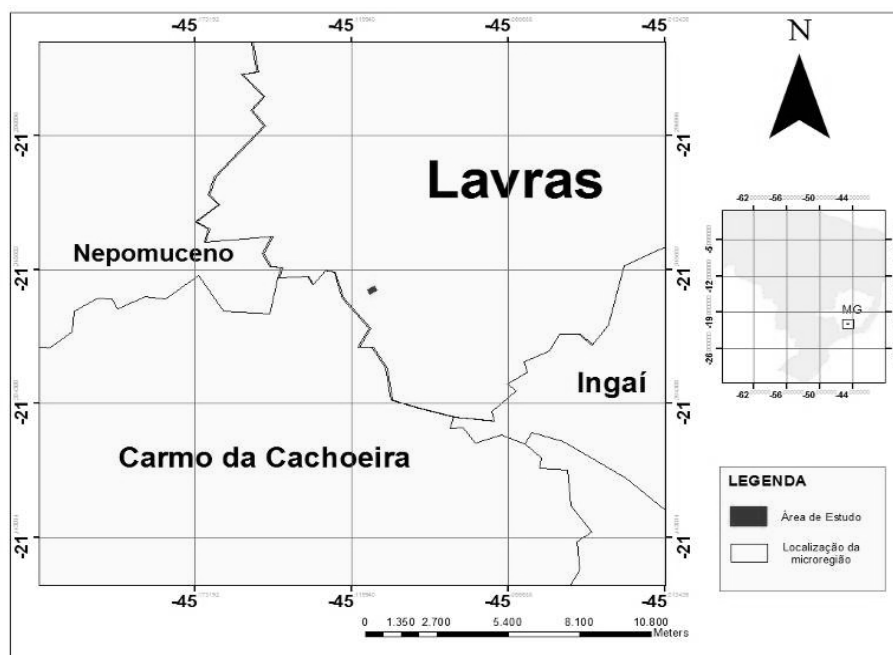


Figura 1 Representação da localização da área experimental

O clima, na classificação de Köppen, mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude com verões suaves (ALVARES et al., 2013).



A temperatura média anual é de 19,6 °C, variando de 14,8 °C e 26,5 °C nos meses mais frio e mais quente, respectivamente. A precipitação média anual é de 1511 mm, variando de 16,9 mm no mês mais seco a 293,9 mm no mês com maior precipitação. A umidade relativa média anual é de 76,2% e a evaporação total anual é de 901,1 mm (INMET, 2014).

A região é também conhecida como Planalto Sudeste, apresentando relevo ondulado caracterizado pela predominância de solos antigos (IBGE, 2010). A vegetação regional é bastante diversa, uma vez que se trata de uma região de transição entre o domínio do Cerrado e da Mata Atlântica. Há predominância de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Semidecidual Montana nos locais onde houve deposição de sedimentos e formação de solos mais profundos. Outras áreas da região possuem predominância de solos mais rasos e afloramentos rochosos, apresentando vegetação típica do Cerrado como os Campos Limpos, Campos Sujos e de Altitude (VELOSO, RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

Contudo, o experimento em questão está localizado em áreas de Cerrado com pastagens, assentadas sobre Latossolo Vermelho e com características químicas expressas (Tabela 1) e físicas (Tabela 2).

Tabela 1 Atributos químicos em duas profundidades no solo do sítio experimental

Prof. cm	pH H ₂ O	M.O. dag.kg ⁻¹	P	K	Zn	Mn	B	Ca	Mg	Al	T	V %	m
					mg.dm ⁻³				cmol _c .dm ⁻³				
0-20	5,90	1,64	7,94	60,00	0,55	8,12	0,10	1,90	0,90	0	5,17	57,13	0
20-40	5,70	1,52	0,56	40,00	0,13	4,54	0,13	1,10	0,50	0	4,07	41,83	0

M.O.=Matéria Orgânica; T=Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de saturação de bases; m= Índice de saturação de alumínio.



Tabela 2 Caracterização física em duas profundidades de solo do sítio experimental

Prof. (cm)	Textura do solo	Argila	Silte	Areia
		%		
0-20	Argilosa	37	28	35
20-40	Argilosa	52	34	14

2.2 Instalação do experimento

O experimento foi instalado em janeiro de 2012 na Fazenda Experimental da EPAMIG, unidade Lavras/MG, onde utilizou-se quatro espécies, sendo uma destas propagadas via seminal e vegetativa.

As espécies utilizadas foram a *Toona ciliata* M. Roemer propagada seminalmente e vegetativamente (cedro australiano), *Calophyllum brasiliense* Cambess (guanandi), *Khaya senegalensis* A. Juss (mogno africano) e *Tectona grandis* L. F (teca).

As espécies foram implantadas sobre pastagens degradadas em espaçamento duplos, com 3 linhas de plantio em espaçamento 3 x 2m, intercalados por uma linha simples com espaçamento de 7 x 2m.

Os métodos silviculturais utilizados, ano 0, foram a subsolagem a 60 cm de profundidade, seguida por adubação e plantio das mudas, onde aplicou-se calcário e fosfato super simples.

Após um mês do plantio foi realizada uma adubação de cobertura e o controle de plantas daninhas. Para adubação utilizou a formulação de NPK (20-0-20), empregando em cada planta 50g do fertilizante. No ano 3, efetuou-se a adubação de cobertura com a formulação de NPK (20-5-20), sendo disponibilizado 180g por planta.

Os tratos silviculturais empregados consistiram no controle de formigas cortadeiras em diferentes períodos, na desrama, aos 3 anos, para *Tectona grandis*

L. F. e no controle de plantas daninhas, sendo que entre o 18° mês e o 30° mês não houve o controle.

2.3 Delineamento do experimento

O experimento foi composto por delineamento experimental de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 4 repetições.

Os tratamentos foram constituídos de quatro espécies florestais, representadas por *Toona ciliata* M. Roemer propagada via seminal e vegetativa (cedro australiano), *Calophyllum brasiliense* Cambess (guanandi), *Khaya senegalensis* A. Juss (mogno africano) e *Tectona grandis* L. F (teca).

Nas parcelas estudou-se o crescimento das espécies no arranjo $(3(3 \times 2) + (7 \times 2))m$, onde cada parcela possuía uma área de $560m^2$, correspondentes a 28m de comprimento e 20m de largura. Nas subparcelas considerou-se as épocas de avaliações (12, 18, 31, 36 e 43 meses pós plantio). O arranjo estudado foi constituído de 4 linhas de plantio, totalizando 56 plantas. Porém, considerou-se como plantas úteis apenas 48, sendo as demais destinadas para o controle do efeito de bordadura (Figura 2).

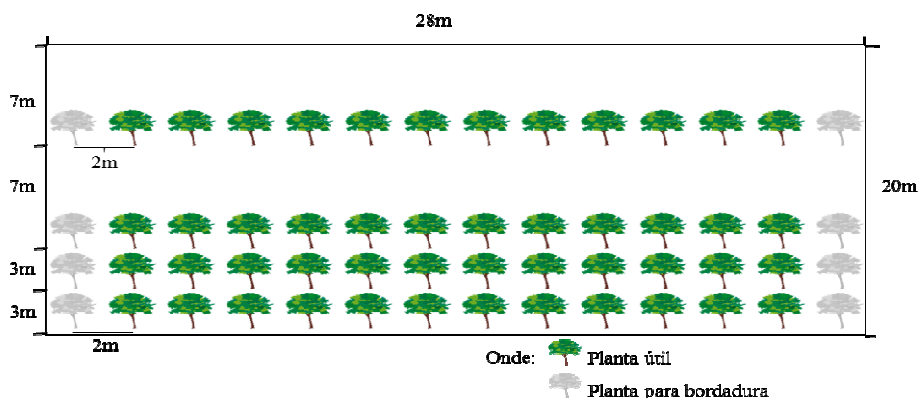


Figura 2 Representação do delineamento experimental



O modelo estatístico que descreveu as observações do experimento sobre as diferentes espécies, nas 5 épocas de avaliação é representado pela (Equação 1).

$$Y_{ijkl} = \mu + s_i + b_j + sb_{ij} + t_k + bt_{jk} + st_{ik} + e_{ijkl} \quad (1)$$

Em que,

Y_{ijkl} = É o valor observado para a variável em estudo no j-ésimo bloco que recebeu a i-ésima espécie e o k-ésimo período;

μ : Constante inerente a cada observação Y_{ijkl} ;

s_i : É o efeito da i-ésima espécie, $i = 1, 2, 3, 4, 5$;

b_j : É o efeito do j-ésimo bloco, $j = 1, 2, 3, 4$;

sb_{ij} : É o erro (a), da interação das i-ésimas espécies com os j-ésimos blocos;

t_k : É o efeito do k-ésimo tempo, $k = 1, 2, 3, 4, 5$;

bt_{jk} : É o erro (b), da interação dos j-ésimos blocos com os k-ésimos tempos;

st_{ik} : É o efeito da interação das i-ésimas espécies com os k-ésimos tempos;

e_{ijkl} : É o erro experimental (c).

2.3 Avaliações do experimento

O experimento foi mensurado aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses após o plantio das mudas, sendo as variáveis diâmetro à altura do peito (DAP), altura das plantas (HT), projeção da copa entre as plantas na linha de plantio (PCEP) e entre as linhas de plantio (PCEL) mensuradas em todos os períodos. Com essas variáveis calculou-se área de copa (APC), área basal por planta e área basal por hectare.



Dados climáticos de precipitação e temperatura média foram cedidos pelo Departamento de Engenharia, Setor de Agroclimatologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, os quais foram advindos da estação climatológica principal de Lavras (EPC) do período correspondente a implantação do projeto até aos 43 meses de idade do plantio.

2.3.1 Sobrevivência

O percentual de sobrevivência foi determinado pela contagem das plantas vivas na área útil da parcela aos 43 meses, dividido pela quantidade total de indivíduos implantados na área útil da parcela e multiplicado por 100,00%. Os resultados de porcentagem foram transformados $\arcsen \sqrt{x/100}$ para conferir normalidade aos dados.

2.3.2 Diâmetro à altura do peito

Para a obtenção do DAP, mensurou a circunferência à altura do peito (CAP), 1,30m acima do nível do solo, de todas as árvores encontradas na área útil de cada parcela com o auxílio de fita métrica. No escritório calculou-se o DAP (Equação 2):

$$DAP = CAP/\pi \quad (2)$$

Com o diâmetro à altura do peito obteve-se o DAP médio de cada parcela, em centímetros, para cada época avaliada.

2.3.3 Altura das plantas

A área de projeção da copa (expressa em m²) foi obtida por meio de medições da projeção da copa entre as plantas na linha de plantio (PCEP) e entre as linhas de plantio (PCEL). Após a medição foi realizado o cálculo da APC por meio da fórmula apresentada por Macedo (1991) (Equação 4).

$$APC = \frac{(PCEL) \times (PCEP) \times \pi}{4} \tag{4}$$

2.3.6 Cubagem para obtenção do fator de forma

O método mais apropriado para a seleção das árvores estudadas foi o método da árvore modelo ou árvore média, que consiste na seleção de duas árvores representativa de cada parcela, totalizando 40 indivíduos, selecionados pela circunferência média quadrática (Cg).

A equação (5) representa a fórmula para o cálculo da circunferência média quadrática (C_f), considerando a soma dos quadrados das circunferências individuais (CAP_i^2) dividida pelo número total de árvores (N).

$$C_f = \sqrt{\frac{CAP_1^2 + CAP_2^2 + \dots + CAP_n^2}{N}} \quad (5)$$

Após a obtenção da circunferência fundida, realizou-se o cálculo da circunferência média quadrática, para estabelecer a árvore média, dada pela (Equação 6):

$$C_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (CAP^2)}{N}} \quad (6)$$

Em que,

N : Número total de árvores de cada tratamento em cada bloco.

Este cálculo permite determinar a circunferência média quadrática (C_g) a partir das circunferências individuais (CAP_i) e do número total de árvores (N).

A equação (6) representa a fórmula para o cálculo da circunferência média quadrática (C_g), considerando a soma dos quadrados das circunferências individuais (CAP_i^2) dividida pelo número total de árvores (N).



do valor encontrado no ano 1 com o ano 2. Esses resultados foram representados em gráficos para a variável resposta altura, diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal por hectare ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$).

O incremento médio anual e incremento corrente anual foram obtidos para o ano 1, 2 e 3, sendo para o 2 ano necessário utilizar a equação gerada pela regressão dos dados.

Para complementar o estudo, foram obtidos dados pluviométricos correspondentes desde o período da implantação do projeto até o 43º mês de idade do plantio.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, testes de médias e determinadas as curvas de crescimento para as espécies neste sistema.

2.3.8 Balanço hídrico climatológico

O balanço hídrico climatológico para a região de Lavras/MG foi realizado para os anos de 2012 até julho de 2015 pelo método de Thornthwaite & Mather (1955).

Para facilitar a obtenção do balanço hídrico climatológico utilizou-se a tabela adaptada de Carvalho, Dantas e Castro Neto (2010), Tabela 3.

A capacidade de armazenamento de água disponível no solo foi obtida através das variáveis tipo de solo, cultura estudada e profundidade das raízes que foi encontrada pela tabela de Thornthwaite & Mather (1955), sendo estes valores constantes. Após, utilizou as seguintes fórmulas para preenchimento da tabela:

$$\text{Arm} = \text{CAD} \cdot e^{(\text{NA}/\text{CAD})}$$
$$\text{NA} = \text{CAD} \frac{\text{Arm}}{\text{CAD}}$$

(15)

Em que:

Arm: Armazenamento de água no solo (mm);

CAD: Capacidade de água disponível no solo (mm);

NA: Negativa acumulada (mm).

Tabela 3 Planilha de cálculo do balanço hídrico climatológico

Meses	ano	T (°C)	P (mm)	ETp (mm)	P-ETp (mm)	N. Ac. (mm)	Arm. (mm)	Alt. (mm)	ETr. (mm)	Def. (mm)	Exc. (mm)
Jan.											
Fev.											
Mar.											
Abr.											
Maio											
Jun.											
Jul.											
Ago.											
Set.											
Out.											
Nov.											
Dez.											
Ano											

T (C°): Temperatura média; P (mm): Precipitação mês; ETp (mm): Evapotrans-piração potencial; N.Ac. (mm): Negativo acumulado; Arm. (mm): Armazenamento; Alt. (mm): Alteração ou variação de armazenamento; ETr (mm): Evapotranspiração real; Def. (mm): Déficit Hídrico; Exc. (mm): Excedente.

Após realizar os cálculos obteve-se a precipitação média anual (mm) para cada ano e o déficit hídrico do ano (mm), através da somatória dos 12 meses, exceto para o ano de 2015, onde encontrou-se a precipitação média e o déficit hídrico até o mês de julho, dispostos na (Tabela 1A anexo).

2.4 Análises estatísticas do experimento

Os dados obtidos para todas as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância e quando significativos, realizou-se o desdobramento, aplicando em sequência o teste de médias Scott-Knott, a 5 % de probabilidade para os tratamentos.

Para obtenção das análises de regressão, plotou-se a média das observações e escolheu o modelo que se enquadrava melhor pelo software estatístico de sistema de análise de variância (SISVAR) (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Sobrevivência aos 43 meses

As mudas de cedro australiano, propagada via seminal e vegetativa, guanandi, mogno africano e teca, plantadas em janeiro de 2012, se desenvolveram e ao fim de três anos e meio foi apresentado o resumo da análise de variância (Tabela 2A anexo) e os diferentes percentuais médios de sobrevivências (Tabela 4).

Tabela 4 Porcentagem média de sobrevivência de 4 espécies florestais no arranjo (3(3x2) + 7x2) m para Lavras - MG aos 43 meses pós-plantio

Espécies	Sobrevivência (%)
Cedro Australiano (Clonal)	44,79 C
Cedro Australiano (Seminal)	42,71 C
Guanandi	42,19 C
Mogno Africano	86,98 B
Teca	100,00 A
CV (%) = 8,77	
Média = 63,34 %	

* Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Skott-knott a 5%.



Aos 43 meses os indivíduos de teca com 100,00% apresentaram, em média, percentuais de sobrevivência maior e estatisticamente diferentes das espécies de mogno africano 86,98%, cedro australiano clonal, 44,79%, seminal 42,71% e do guanandi 42,19%.

O guanandi apresentou, em média, menor sobrevivência. Porém, essa espécie não se diferenciou significativamente do cedro australiano clonal 44,79% e seminal 42,71%.

A teca apresentou, no decorrer das avaliações, grande potencial de rebrota para o arranjo utilizado, sendo esse constatado aos 31 meses de idade. Esse potencial também foi observado em estudos realizados no estado de Minas Gerais por Costa (2011), onde a teca apresentou excelente capacidade de brotação das cepas em dois espaçamentos.

Ao realizar estudos no cerrado com espécies florestais em sistemas agroflorestais Melo e Guimarães (2008) aos 43 meses pós-plantio obtiveram 89,00% de sobrevivência para o mogno africano consorciado com guariroba. Esses valores foram próximos ao encontrados no presente estudo.

O baixo percentual de sobrevivência para o guanandi é reflexo da adaptação as condições edafoclimáticas, visto que a região de estudo apresenta meses de estiagem e baixa umidade. Segundo Fiusa, Mattos e Braz (2012), o guanandi é encontrado em locais com presença de solos úmidos, sendo que estes ao serem introduzidos em ambientes contrários podem apresentar redução no crescimento, amarelecimento e seca das folhas, assim como ocorrido no presente estudo.

Fato esse, também encontrado por Melotto et al. (2009), que ao implantarem espécies nativas indicadas para sistemas silvipastoril, em Mato Grosso do Sul, obtiveram sobrevivência de 43,75% para o guanandi.

A baixa sobrevivência do cedro australiano clone e seminal provavelmente foi devido ao plantio ter sido realizado fora de época e ao ataque



de formigas cortadeiras, o qual foi mais intenso dentre os 5 exemplares estudados. Essa afirmação é reforçada ao comparar os resultados com os obtidos por Rodrigues et al. (2002), que ao implantar o cedro australiano em consórcio com café em Rondônia, aos 12 meses, obteve 60,00% de sobrevivência, sendo que esse percentual ocorreu devido ao período de plantio (meados de janeiro).

O percentual de sobrevivência e os aspectos morfológicos dos indivíduos inseridos na região, o vigor e o desenvolvimento são fatores que demonstram o potencial de adaptação da espécie sobre as condições do local de implantação e ao arranjo estabelecido.

Macedo et al. (2002) consideram que o potencial de estabelecimento de espécies florestais, avaliado por meio da porcentagem de sobrevivência, expressa a capacidade de adaptação e o vigor das mudas, frente às reais condições ecológicas observadas no campo, pós-plantio definitivo. Pois, são sob as diferentes condições de campo que, normalmente, as mudas de espécies florestais diferem em suas expressões fenotípicas, as quais retratam fielmente as magnitudes e efeitos das interações genótipo/ambiente.

Considerando as observações realizadas ao longo dos três anos e meio de avaliações, o cedro australiano, clonal e seminal, mogno africano e teca, toleraram o ataque das formigas cortadeiras aos 31 meses e não sofreram com fitodoenças e condições edafoclimáticas, o que expressa as suas capacidades de desenvolvimento para Lavras, MG.

3.2 Altura

As observações da altura das espécies florestais avaliadas ao longo de três anos e meio foram analisadas estatisticamente, de modo a obter o resumo da análise de variância (Tabela 3A anexo). Verificou-se que houve diferença



significativa entre a interação época e espécies para essa variável, sendo necessário realizar o teste de médias, disposto na Tabela 5.

Tabela 5 Altura média, em metros, de 4 espécies florestais no arranjo (3(3x2) + 7x2)) m para Lavras - MG, avaliados aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses pós-plantio

Espécies	Meses				
	12	18	31	36	43
Cedro Australiano (Clonal)	1,60 a	3,07 a	3,37 a	3,71 a	4,20 a
Cedro Australiano (Seminal)	1,37 a	2,32 b	2,93 a	2,99 b	3,45 b
Guanandi	0,73 b	1,00 c	1,16 b	1,22 d	1,41 d
Mogno Africano	0,82 b	1,07 c	1,57 b	1,69 c	2,28 c
Teca	0,66 b	1,10 c	1,61 b	1,72 c	2,23 c
CV 1 (%) = 28,57					
CV 2 (%) = 7,55					
CV 3 (%) = 10,43					
Média Geral = 1,97 m					

* Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste Skott-knott a 5%.

Aos 12 meses o cedro australiano, clone e seminal, apresentaram altura de 1,60 m e 1,37 m respectivamente, em média, maiores e diferentes significativamente do mogno africano com 0,82 m, guanandi 0,73 m e da teca com 0,66 m.

Para o cedro australiano esse resultado assemelha-se ao obtido por Sakchoowong, Chobtham e Rattanachan (2008), que encontraram a altura de 1,66 m aos 12 meses em área útil de 12 m² por planta, expressando assim, o potencial de crescimento da espécie. Já para o mogno africano e guanandi os resultados encontrados são satisfatórios, nessa avaliação, ao comparar com estudos realizados por Fales e Bueno (1999) que obtiveram altura média de 0,75 m em sistema silvipastoril para o mogno africano e aos realizados por Souza et

al. (2001), que encontraram altura média de 0,30 m para o guanandi em áreas de recuperação da bacia do rio grande em MG.

Macedo et al. (2004) ao observarem o crescimento da teca com espaçamento de 6 m² em Lavras/MG, encontraram 0,71 m de altura média. Valores próximos foram obtidos no presente estudo, isso devido condições edafoclimáticas semelhantes. No entanto, Moretti et al. (2014), utilizando área útil de 8 m², em Figueirópolis D'Oeste/MS, obteve 1,09 m de altura. O valor encontrado pelo autor pode ser reflexo da altitude, 266 m acima do nível do mar, e as temperaturas médias anuais, entre 25 a 38°C, onde o plantio foi estabelecido.

Aos 18 meses o cedro australiano clonal apresentou 3,07 m de altura, em média, e se diferenciou estatisticamente das espécies de cedro australiano seminal com 2,32 m de altura, teca com 1,10 m, mogno africano com 1,07m e do guanandi com 1,00 m.

A altura encontrada para o cedro australiano quando comparada com trabalhos realizados por Fassola et al. (2010), que aos 24 meses encontraram 4,00 m em média, demonstra o potencial da espécie para região, visto que aos 18 meses a espécie apresentava alturas próximas ao encontrado pelo autor.

Com o menor crescimento em altura, o guanandi demonstra dificuldade no estabelecimento para a região. Porém, em estudos realizados por Souza et al. (2001), para recuperação de área degradada na região sul de Minas Gerais em espaçamento 3x1,5m, o guanandi obteve altura de 0,43m.

Aos 31 meses o cedro australiano clonal e seminal apresentaram altura de 3,37 m e 2,39 m respectivamente, em média, maiores e diferentes estatisticamente das espécies de teca com 1,61 m, mogno africano 1,57 m e guanandi com 1,16 m.

Os resultados de altura obtidos aos 31 meses para o cedro australiano clonal e seminal são considerados satisfatório aos comparados com estudos

realizados por Santos (2011), que obteve 1,27 m ao avaliar diferentes progênies de cedro australiano na mesma idade para região de Campo Belo/MG. Já a altura encontrada para teca aos 31 meses é considerada baixa ao comparada com os estudos de Macedo et al. (2005), que obtiveram 2,8 m aos 24 meses em Paracatu/MG. Esse baixo desempenho provavelmente ocorreu pelo grande número de rebrotas que aconteceram durante o período de avaliação, sendo esse um dos fatores competidores para diminuir a altura média das parcelas.

Aos 36 meses e aos 43 meses o cedro australiano clonal apresentou, em média, valores maiores e estatisticamente diferentes do que às espécies de cedro australiano seminal, mogno africano, teca e guanandi. A menor altura foi encontrada para o guanandi, que se diferenciou estatisticamente das demais espécies.

Os resultados do crescimento podem ser observados na (Figura 4), que expressa as diferentes taxas de crescimento entre as cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi ao longo das avaliações realizadas.

Ao observar a Figura 4, notou-se que todas as espécies estudadas estão em crescimento, por apresentarem comportamento linear, mas diferem-se ao observar sua inclinação, sendo que o cedro australiano, clonal e seminal, apresentaram maiores taxas de crescimento em altura ao serem confrontadas com o mogno africano, teca e guanandi.

Ao analisar a taxa de crescimento ao longo dos meses, encontrou-se baixo crescimento entre os meses 31 e 36, visto que ao realizar a avaliação aos 31 meses houve a constatação de 100,00% de ataque de formigas cortadeiras para as espécies de cedro australiano, clonal e seminal, e mogno africano. Essa constatação influenciou diretamente no crescimento dos exemplares, pois entre os 36 e 43 meses, houve a retomada do incremento em altura.

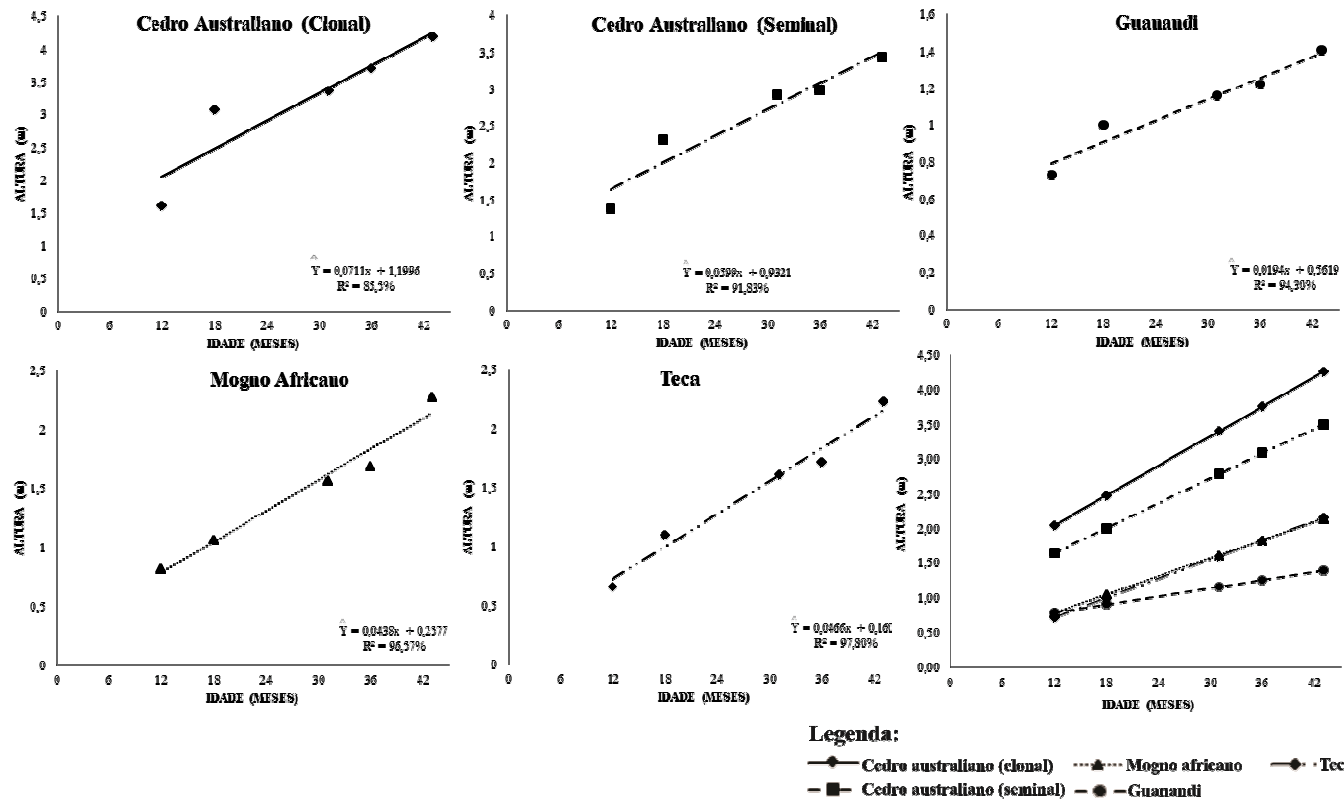


Figura 4 Regressão do desdobramento da interação do tempo com 4 espécie florestais para a variável resposta altura (m)



Segundo Cantarelli et al. (2008), *Eucalyptus grandis* submetidos a 100,00% de desfolha pelo ataque de formiga cortadeira sofrem redução de 26,00 a 28,00% na altura total. Já Reis Filho et al. (2012), salientam que ao ocorrer 100,00% de desfolha a perda em altura é de 13,30%. Esses resultados confirmam o baixo crescimento em altura após o ataque de 100% dos exemplares de cedro australiano e mogno africano.

Outro fator que afetou o crescimento foi o período de convivência com as plantas daninhas, pois entre 18 e 31 meses não ocorreu o controle. O período de convivência das plantas daninhas com as espécies, desencadeou, a competição por nutrientes, água e luz, que influenciou negativamente o potencial de desempenho dos exemplares, visto que quanto maior o período de convivência entre plantas daninhas e cultura maiores são os danos sofridos (FERREIRA et al., 2010).

Dessa forma, constata-se que esses fatores são importantes no processo de desenvolvimento das espécies florestais. Ademais a esses, é importante salientar que as espécies estudadas não contemplam muita rusticidade quando comparadas com o eucalipto, necessitando assim, maiores atenções silviculturais.

3.3 Diâmetro à altura do peito

As observações para o diâmetro à altura do peito (DAP) das espécies florestais avaliadas ao longo de três anos e meio foram analisadas estatisticamente, de modo a obter o resumo da análise de variância (Tabela 4A anexo). Verificou-se diferença significativa entre a interação época e espécies para essa variável, sendo necessário realizar o teste de médias, disposto na Tabela 6.

Tabela 6 Diâmetro médio na altura do peito, em centímetros, de 4 espécies florestais no arranjo (3(3x2)+7x2) m para Lavras - MG avaliados aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses pós-plantio

Espécies	Meses				
	12	18	31	36	43
Cedro Australiano (Clonal)	2,02 A	4,01 a	4,69 a	4,98 A	6,13 a
Cedro Australiano (Seminal)	1,33 B	2,84 b	3,25 b	3,44 B	3,74 b
Guanandi	0,33 C	0,59 d	0,99 d	1,00 D	1,19 d
Mogno Africano	1,35 B	1,74 c	2,12 c	2,12 C	3,20 c
Teca	0,95 C	1,61 c	1,95 c	2,08 C	2,80 c
CV 1 (%) = 28,98					
CV 2 (%) = 9,80					
CV 3 (%) = 13,56					
Média Geral = 2,42 cm					

* Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Skott-knott a 5%.

Aos 12 meses o cedro australiano clonal com 2,02 cm de DAP apresentou, em média, valores maiores e estatisticamente diferentes do mogno africano com 1,35 cm, cedro australiano seminal com 1,33 cm, teça 0,95 cm e guanandi com 0,33 cm.

O resultado encontrado para o cedro australiano clonal assemelha-se ao de Sakchoowong Chobtham e Rattanachan (2008), que encontraram DAP de 2,30 cm em exemplares sem ataque de pragas e DAP de 1,30 cm para os indivíduos atacados. Esses valores, além do material genético, podem explicar a diferença de desempenho dos cedros australianos clonais e seminais.

Os exemplares de mogno africano e teça demonstraram baixo desempenho ao comparar com os trabalhos realizados por Guimarães Neto et al. (2004), em Brasília/DF e Tonini et al. (2009) no Paraná, que encontraram respectivamente 2,60 cm de DAP para o mogno africano e 1,43 cm de DAP para a teça.

Aos 18, 31, 36 e 43 meses o cedro australiano clonal apresentou, em média, valores maiores e estatisticamente diferentes do cedro australiano

seminal, do mogno africano, da teca e do guanandi. O guanandi apresentou menores médias em todas avaliações e diferenciou-se estatisticamente das demais espécies.

O desempenho do cedro australiano clonal ao comparado com o trabalho realizado por Ricken et al. (2011) é considerado satisfatório, visto que o autor encontrou 5,00 cm de DAP aos 36 meses, em Adrianopolis/PR.

Ao comparar os estudos realizados por Macedo et al. (2005) que encontraram 4,10 cm de DAP, aos 36 meses, para a teca e Guimarães Neto et al. (2004), que obtiveram 3,89 cm de DAP para o mogno africano, nota-se que o desempenho encontrado no presente estudo foi inferior para ambas espécies ao relaciona-las com as obtidas pelos autores.

Os resultados do crescimento podem ser observados na (Figura 5) que expressa as diferentes taxas de crescimento entre as cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi ao longo das avaliações realizadas.

Ao observar a Figura 5, constatou-se que todas as espécies estudadas estão em crescimento, por apresentarem comportamento linear, mas diferem-se ao observar sua inclinação, sendo que o cedro australiano clonal apresenta maior crescimento em DAP ao ser confrontada com o cedro australiano seminal, mogno africano, teca e guanandi.

Ao analisar o crescimento ao longo dos meses, encontrou-se baixo desempenho entre 31 e 36 meses, visto que ao realizar a avaliação aos 31 meses houve a constatação de 100,00% de ataque de formigas cortadeiras para as espécies de cedro australiano, clonal e seminal, e mogno africano.

De modo geral, pode-se aferir que essa constatação influenciou diretamente no crescimento dos exemplares, pois entre os 36 e 43 meses, houve a retomada do crescimento em diâmetro, assim como, a observada para a variável dendrométrica altura.

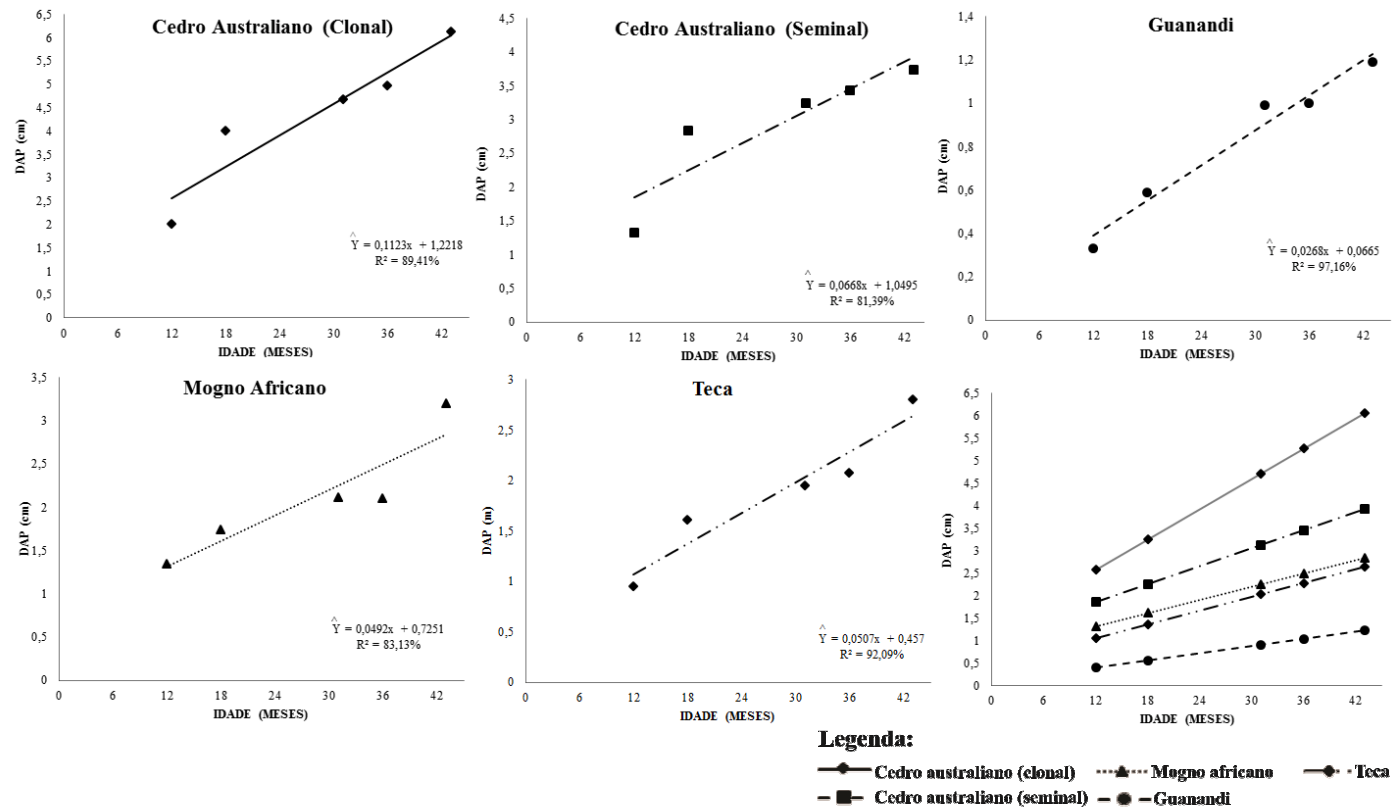


Figura 5 Regressão do desdobramento da interação do tempo com 4 espécie florestais para a variável resposta DAP (cm)



Segundo Cantarelli et al. (2008), *Eucalyptus grandis* submetidos a 100,00% de desfolha pelo ataque de formiga cortadeira sofrem redução de 16,00 a 88,00% no diâmetro à altura do peito. Já Reis filho et al. (2012), salienta que ao ocorrer 100,00% de desfolha a perda em DAP é de 20,00%. Esses resultados confirmam o baixo desempenho em DAP após o ataque de 100% dos exemplares de cedro australiano e mogno africano.

Outro fator que afetou o desempenho das espécies foi a baixa precipitação e o elevado déficit hídrico apresentado nos primeiros três anos de desenvolvimento do plantio, sendo estes comprovados pelo balanço climatológico expressos na Tabela 1A anexo. Ademais, constatou-se longo período de convivência entre plantas daninhas e as espécies. Essa convivência prejudicou o desempenho dos exemplares, sendo que quanto maior o período de convivência entre um cultivar e plantas daninhas, maiores são os impactos sofridos no cultivo, isso, devido intensa competição por água e nutrientes.

Dessa forma, notou-se que os tratos silviculturais foi um fator limitante para o desempenho das espécies estudadas, pois o longo período de competição com as plantas daninhas e o ataque de formigas cortadeiras prejudicaram o crescimento em diâmetro. Contudo, ao comparar o desempenho entre as espécies estudadas, é notório que o cedro australiano clonal apresentou melhor desenvolvimento e potencial de estabelecimento do que o cedro australiano seminal, mogno africano, teca e guanandi para Lavras, MG.

3.4 Área basal

As observações da área basal para as espécies florestais avaliadas foram analisadas estatisticamente, de modo a obter os resumos das análises de variância (Tabela 5A e 6A anexo). Verificou-se que houve diferença significativa entre a interação época e espécies para essa variável, sendo necessário realizar o teste de médias, disposto na Tabela 7.

Tabela 7 Área basal, em m², de 4 espécies florestais no arranjo (3(3x2) + 7x2)) para Lavras - MG, avaliados aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses pós-plantio

Espécies	G (m ² .plt ⁻¹)					G (m ² .ha ⁻¹)				
	12 meses	18 meses	31 meses	36 meses	43 meses	12 meses	18 meses	31 meses	36 meses	43 meses
Cedro Australiano (Clonal)	0,000323 a	0,001274 a	0,001736 a	0,001963 a	0,002977 a	0,41 a	1,60 a	2,17 a	2,45 a	3,72 a
Cedro Australiano (Seminal)	0,000141 a	0,000637 b	0,000846 b	0,000949 b	0,001117 b	0,18 a	0,80 b	1,06 b	1,18 b	1,40 b
Guanandi	0,000035 a	0,000037 c	0,000077 c	0,000079 c	0,000113 d	0,05 a	0,05 c	0,10 d	0,10 d	0,14 d
Mogno Africano	0,000143 a	0,000240 c	0,000359 c	0,000359 c	0,000809 c	0,20 a	0,30 c	0,45 c	0,45 c	1,01 c
Teca	0,000096 a	0,000216 c	0,000300 c	0,000343 c	0,000629 c	0,12 a	0,27 c	0,38 c	0,43 c	0,79 c
CV 1 (%) = 53,62										
CV 2 (%) = 25,97										
CV 3 (%) = 22,84										
Média Geral G/plt = 0,000632 m ² . plt ⁻¹										
Média Geral G/ha = 0,79 m ² .ha ⁻¹										

* Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Skott-knott a 5%.



Aos 12 meses o cedro australiano, clonal e seminal, o mogno africano, a teca e o guanandi apresentaram área basal, em média, estatisticamente iguais. Já aos 18 meses o cedro australiano com área basal de $1,60 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, em média, foi estatisticamente superior das demais espécies.

Ao comparar os resultados obtidos por Castro et al. (2013), estudando o eucalipto em arranjo $3 \times 3 \text{ m}$, nota-se que as espécies estudadas possuem baixo crescimento em área basal aos 18 meses. Porém, ao observar os estudos realizados por Macedo et al. (2005), que encontraram $1,6 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ de área basal para a teca, em área útil de 6 m^2 , na região sul de Minas Gerais, nota-se que as áreas basais obtidas para as espécies estudadas contemplam bom desempenho.

Aos 31, 36 e 43 meses os exemplares de cedro australiano clonal apresentaram, em média, valores superiores e estatisticamente diferentes que as espécies de cedro australiano seminal, mogno africano, teca e guanandi. O guanandi foi a espécie que apresentou menor desempenho, sendo esse estatisticamente inferior aos demais.

Os valores encontrados são considerados satisfatórios para o cedro australiano clonal ao comparar com Macedo et al. (2005), que obtiveram $2,2 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ para área útil de 6 m^2 e $0,9 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ para área útil de 12 m^2 para teca. Mas ao confrontar os resultados obtidos por Oliveira et al. (2009), estudando diferentes arranjos para o eucalipto em sistemas agroflorestais, nota-se que as espécies estudadas possuem baixo crescimento em área basal.

Os resultados do crescimento podem ser observados na (Figura 5), que expressa as diferentes taxas de crescimento entre as cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi ao longo das avaliações realizadas.

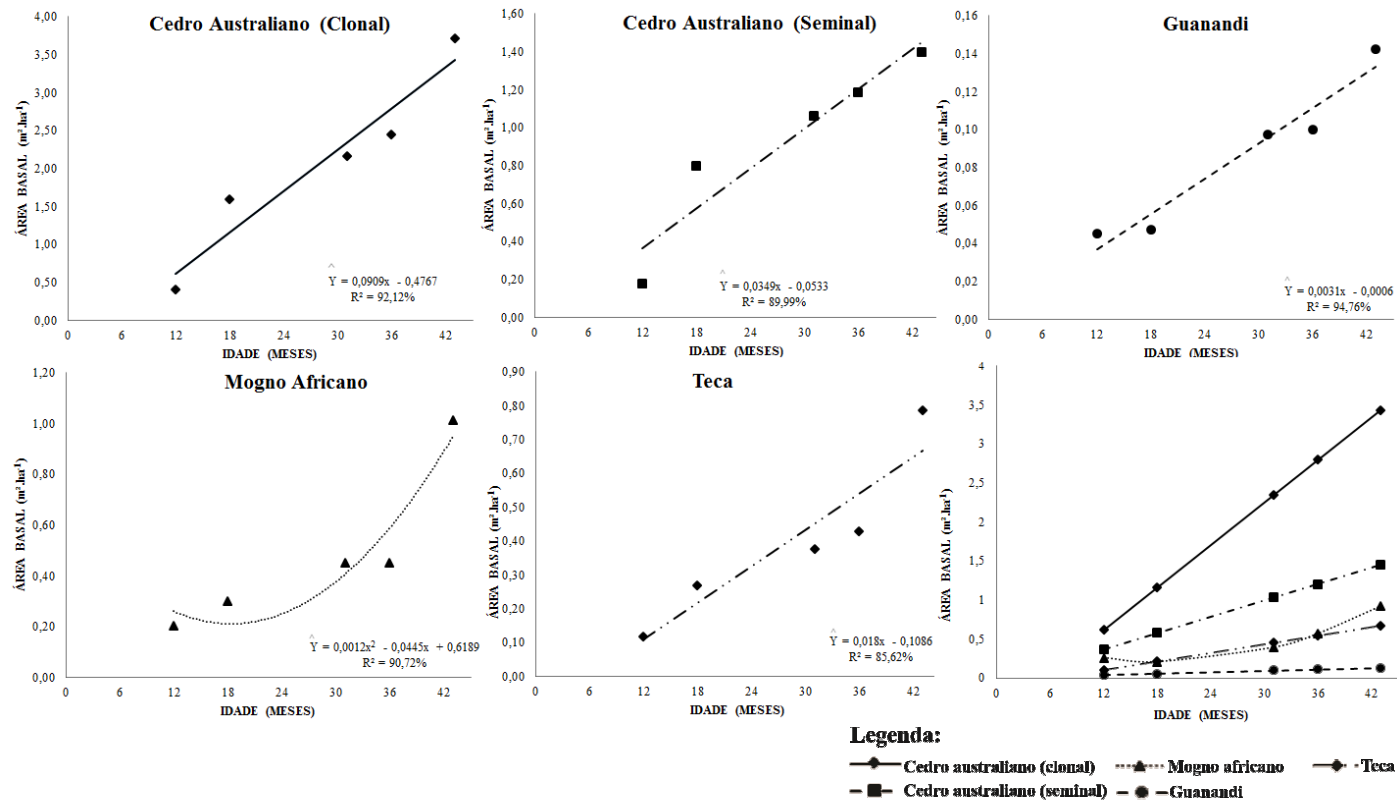


Figura 6 Regressão do desdobramento da interação do tempo com 4 espécie florestais para a variável resposta área basal ($m^2.ha^{-1}$)



O comportamento do cedro australiano, clonal e seminal, guanandi e teca ao longo dos 43 meses de avaliação apresentou-se linear, sendo o cedro australiano clonal a espécie com maior taxa de crescimento. Já o mogno africano apresentou comportamento diferente, demonstrando redução de crescimento aos 36 meses. Porém, no período de 31 e 36 meses houve menor crescimento para todas as espécies estudadas.

O declínio do crescimento, que ocorreu nesses meses, é resultante de dois aspectos silviculturais, o ataque de formigas do gênero *Atta* spp. e o longo período de convivência de plantas daninhas com as espécies estudadas.

Dessa forma, notou-se que os tratos silviculturais foi um fator limitante para o desempenho das espécies estudadas, pois o longo período de competição com as plantas daninhas e o ataque de formigas cortadeiras prejudicaram o crescimento em área basal.

Contudo, ao comparar o desempenho entre as espécies estudadas, é notório que o cedro australiano clonal apresentou melhor desenvolvimento e potencial de estabelecimento do que o cedro australiano seminal, mogno africano, teca e guanandi para Lavras, MG.

3.5 Volume

Ao cubar as árvores, pelo método de Huber, encontrou-se o fator de forma das quatro espécies estudadas, sendo este resultante da conversão entre o volume do cilindro e o volume real da árvore. Os resumos das análises de variância encontram-se na Tabela 7A anexo, onde verificou-se que houve diferença significativa entre a interação época e espécies para essa variável, sendo necessário realizar o teste de médias, disposto na Tabela 8.



Tabela 8 Fator de forma de quatro espécies florestais introduzidas no arranjo (3(3x2) + 7x2) m em sistemas silvipastoril aos 43 meses

Espécie	Fator de forma
Cedro Australiano Clonal	0,71 a
Cedro Australiano Seminal	0,86 a
Guanandi	3,08 c
Mogno Africano	1,80 b
Teca	2,04 b
CV (%) = 21,08	
Média = 1,70	

*Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Skott-knott a 5%.

Os valores encontrados para o fator de forma do cedro australiano, clonal e seminal, foram menores e estatisticamente diferentes das demais espécies estudadas. Já os obtidos para mogno africano, teca e guanandi são considerados muito altos e refletem a forma em que os indivíduos se encontram aos 43 meses, a qual caracteriza-se um cone, devido apresentarem base com circunferências grandes e DAP com valores muito pequenos (Figura 7).

Segundo Figueiredo, Scolforo e Oliveira (2005), indivíduos de maior diâmetro estabelecem relação de maior conicidade, enquanto os indivíduos suprimidos (de menor diâmetro) constroem uma relação de maior proximidade com a forma cilíndrica. Entretanto no presente estudo, notou-se que para o mogno africano, teca e guanandi em crescimento inicial, quanto menor for DAP e maior for o Diâmetro a altura do colo (DAC), mais cônicos são os exemplares.

Outro ponto é salientado por Carvalho (2005), ao afirmar que plantas jovens possuem maior predominância de crescimento apical, o que explica a forma cônica de muitas espécies como o pinheiro-do-paraná enquanto jovens. Esse fato resume o alto fator de forma encontrado para as espécies de teca, guanandi e mogno africano.

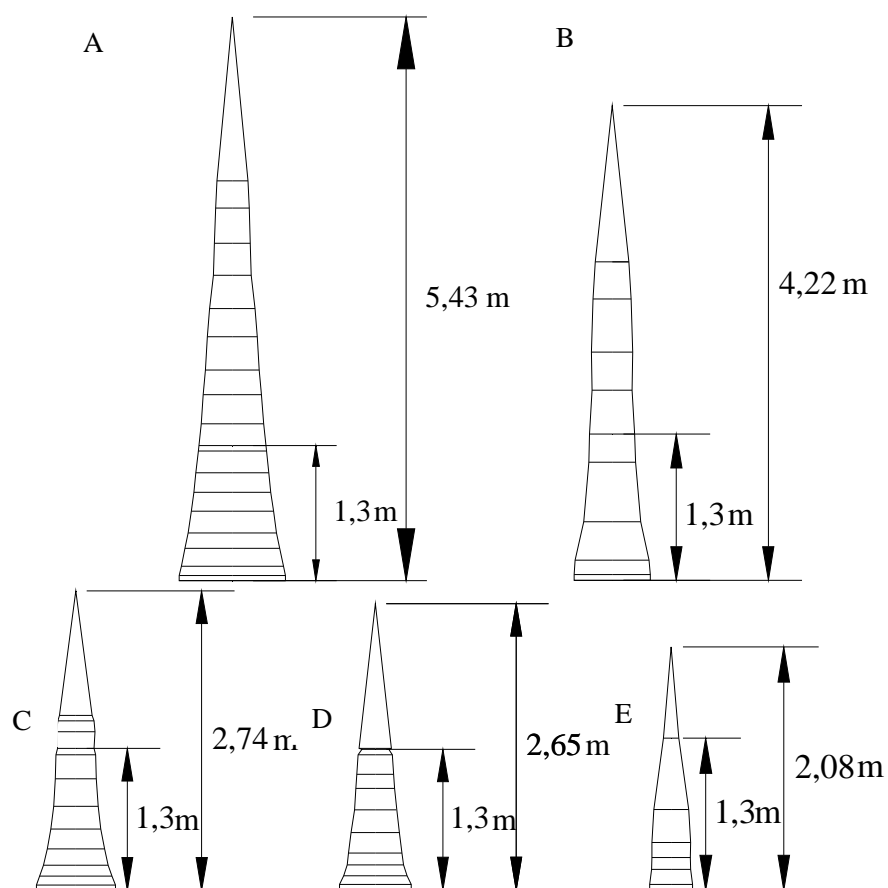


Figura 7 Representação da forma das árvores amostradas em campo pelo método de Huber, onde A) Cedro australiano (clonal), B) Cedro australiano (seminal), C) Teca, D) Mogno africano e E) Guanandi

O volume encontrado para o cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 43 meses podem ser observados na Tabela 9. O resumo da análise da variância para o volume por planta e hectare encontram-se respectivamente nas Tabelas 8A e 9A anexo, onde verificou-se que houve diferença significativa entre a interação época e espécies.

Tabela 9 Volume das 4 espécies florestais aos 43 meses pós-plantio

Espécie	Volume (m³.plt⁻¹)	Volume (m³.ha⁻¹)
Cedro australiano (clonal)	0,013073 a	16,34 a
Cedro australiano (seminal)	0,003459 b	4,99 b
Guanandi	0,000601 c	0,75 c
Mogno africano	0,003844 b	4,80 b
Teca	0,002473 b	3,09 b
CV (%) = 30,93		
Média = 0,004797 m ³ .plt ⁻¹		
Média = 6,00 m ³ .ha ⁻¹		

*Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Skott-knott a 5%.

Aos 43 meses o cedro australiano clonal apresentou, em média, volumes, por planta e hectare, maiores e superiores estatisticamente as demais espécies estudadas. Já o guanandi apresentou, em média, os resultados menores e estatisticamente diferentes das demais espécies.

Os valores obtidos para o cedro australiano clonal e seminal são considerados satisfatórios, ao compará-los com os estudos realizados por Andrade, Leite e Franco (2000), que encontraram 3,28 m³.ha⁻¹.

Em trabalhos realizados por Kalil Filho, Wendling e Ribeiro (2012), aos 43 meses, encontrou-se volume de 5,49 m³.ha⁻¹ para o guanandi. Esse resultado é superior ao encontrado e demonstra que a espécie não se adaptou as condições impostas para a região, sendo que a precipitação anual e as condições do solo afetaram o desenvolvimento dessa espécie, uma vez que a mesma é encontrada em regiões com grande pluviosidade e em áreas de várzea.

Ao confrontar os resultados do volume obtido das 4 espécies com o trabalho realizado por Oliveira et al. (2009), que pesquisaram o crescimento de eucalipto em diferentes arranjos para sistemas agrossilvipastoris, nota-se que o desempenho do cedro australiano, clonal e seminal, do mogno africano e da teca são inferiores ao eucalipto. Porém, as madeiras provindas de cedro australiano, teca e mogno africano contemplam maior valor no mercado, o qual estimula o plantio desses exemplares.

3.6 Área de projeção de copa

As observações da área de copa (APC/plt e APC/ha) para a 4 espécies florestais avaliadas ao longo de três anos e meio foram analisadas estatisticamente, de modo a obter os resumos das análises de variância (Tabela 10A e 11A anexo). Verificou-se que houve diferença significativa entre a interação época e espécies para essa variável, sendo necessário realizar o teste de médias, disposto na Tabela 10.

Aos 12 meses o cedro australiano, clonal e seminal, apresentaram, em média, área de copa superior e estatisticamente diferentes das demais espécies. Esses resultados são inferiores ao comparado com Mendonça et al. (2008), que obteve $1,70 \text{ m}^2\text{.plt}^{-1}$ de APC, aos 12 meses, para a espécie de *Eucalypto camaldulensis*. Os valores encontrados são considerados adequados, pois Segundo Bernardino e Garcia (2009) áreas de projeção de copas muito grandes limitam o crescimento das forrageiras associadas ao sistema silvipastoril, pela competição de luz e água.

Aos 31 meses as espécies estudadas apresentaram área de projeção de copa estatisticamente iguais. Esse resultado é reflexo do ataque de formigas cortadeiras, que ocorreu entre o intervalo do 18° ao 31° mês. O declínio da APC acarretou na redução do crescimento em DAP, altura e área basal, pois, possivelmente, as espécies prejudicadas utilizaram as reservas parenquimáticas para produção de novos folíolos, retomando assim, o crescimento.

Segundo estudos de Condé et al. (2013) e Wink et al. (2012), o crescimento do povoamento é diretamente proporcional a área de copa. Dessa forma, ao reduzir a área de copa pelo ataque de formigas, o desempenho das espécies foi prejudicado.

Tabela 10 Área de projeção de copa, em m², de 4 espécies florestais no arranjo (3(3x2) + 7x2) m para Lavras - MG, avaliados aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses pós-plantio

Espécies	APC (m ² .plt ⁻¹)					APC (m ² .ha ⁻¹)				
	12 (meses)	18 (meses)	31 (meses)	36 (meses)	43 (meses)	12 (meses)	18 (meses)	31 (meses)	36 (meses)	43 (meses)
Cedro Australiano (Clonal)	0,63 a	2,17 a	0,44 a	1,70 a	5,20 a	787,50 a	2.715,63 a	553,13 a	2.118,75 a	6.500,00 a
Cedro Australiano (Seminal)	0,69 a	1,19 b	0,12 a	1,19 b	1,78 b	859,38 a	1.493,75 b	150,00 a	1.487,5 b	2.218,75 b
Guanandi	0,07 b	0,16 c	0,22 a	0,27 c	0,46 d	87,50 b	203,13 c	281,25 a	337,50 c	571,88 d
Mogno Africano	0,25 b	0,20 c	0,11 a	0,51 c	1,17 c	312,50 b	243,75 c	134,38 a	640,63 c	1.462,50 c
Teca	0,25 b	0,22 c	0,28 a	0,48 c	1,17 c	309,38 b	268,75 c	553,13 a	600,00 c	1.459,38 c
CV 1 (%) = 24,23										
CV 2 (%) = 17,25										
CV 3 (%) = 22,41										
Média Geral = 0,84 m ² .plt ⁻¹										
Média Geral = 1.045,88 m ² .ha ⁻¹										

* Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Skott-knott a 5%.

Aos 18, 36 e 43 meses o cedro australiano clonal apresentou, em média, área de projeção de copa maiores e estatisticamente diferentes do cedro australiano seminal, mogno africano, teca e guanandi.

Wink et al. (2012), aos 44 meses, encontraram para o eucalipto 5,64 m².plt⁻¹ de área de projeção de copa. Ao comparar os resultados dos autores com os obtidos para o cedro australiano, mogno africano, teca e guanandi, observou-se que as espécies estudadas apresentam menor área APC por planta e por hectare. Esse resultado demonstra o potencial das espécies para implantação em sistemas silvipastoris, uma vez que espécies com copas de baixa densidade e com forma que favoreça a incidência de luz para as forragens são consideradas ideias para implantação nesse sistema.

Andrade, Salman e Oliveira (2012) descrevem que no planejamento de sistemas silvipastoris, deve-se considerar uma densidade arbórea que promova cobertura da projeção das copas de 10 a 40% da área da pastagem. Nessas condições as espécies de cedro australiano seminal, teca, mogno africano e guanandi se enquadram.

Os mesmos autores salientam que com o aumento da área de projeção da copa é necessário realizar a desrama (retirada de galhos) e o desbaste (retirada de árvores), para possibilitar a maior incidência de luz no sub-bosque, reduzindo os efeitos negativos do sombreamento sobre a produção forrageira.

Contudo, as espécies estudadas possuem grande potencial para serem introduzidas no sistema silvipastoril e salienta-se que poucos estudos são encontrados para descrever o formato e intensidade de copas.

3.7 Dinâmica de crescimento



A dinâmica de crescimento das quatro espécies avaliadas, ao longo de três anos, é apresentada pelo estudo do incremento em altura (Figura 8), incremento em diâmetro à altura do peito e área basal por hectare.

O incremento médio anual em altura (IMA_H) e o incremento corrente anual em altura (ICA_H) apresentaram redução entre o 2º e 3º ano de avaliação para o cedro australiano, clonal, seminal, mogno africano guanandi e teca.

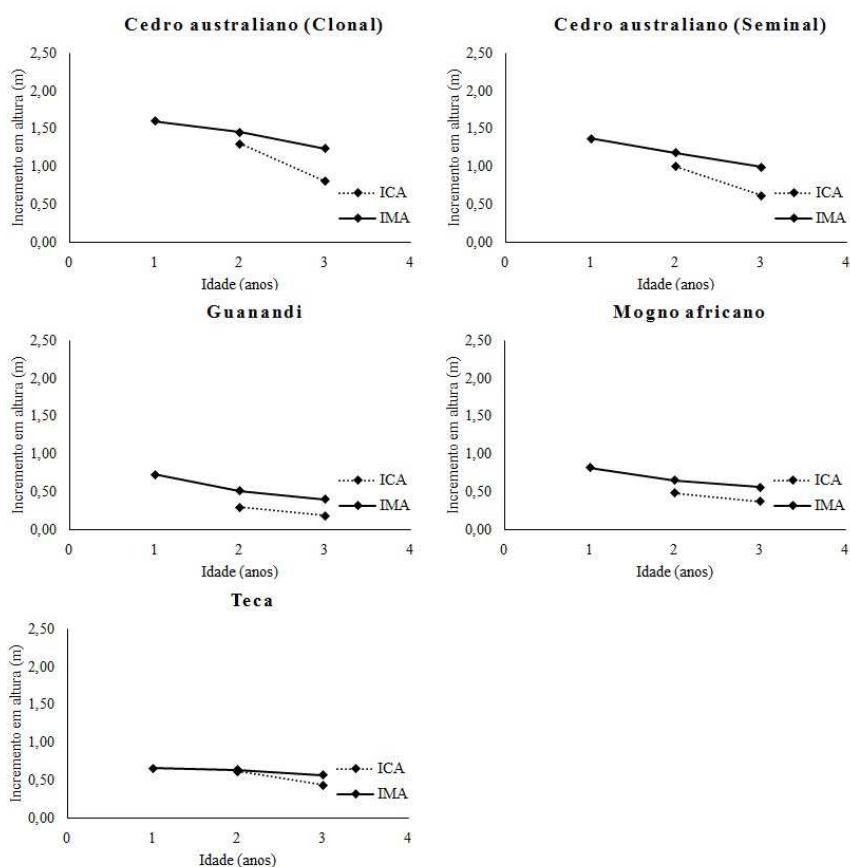


Figura 8 Representação gráfica das curvas de incremento médio anual e incremento corrente anual da variável resposta altura (m) para o cedro australiano clonal e seminal, guanandi, mogno africano e teca

Ao comparar o comportamento do ICA_H e IMA_H com os estudos de Tonini et al. (2009), observa-se que os incrementos obtidos pelos autores aumentaram nesse período, enquanto que para as espécies estudadas reduziu. Essa redução é explicada pelo ataque de formigas cortadeiras, período de convivência da planta daninha com o plantio e baixa precipitação.

Os resultados encontrados são considerados satisfatório ao comparado com Macedo et al. (2005), que em espaçamento de $6m^2$ para teca aos 36 meses, encontrou ICA_H de $0,70 m.ano^{-1}$, enquanto no presente estudo para a teca o ICA_H foi de $0,44 m.ano^{-1}$ e para o cedro australiano clonal $0,80 m.ano^{-1}$. Dentre as espécies estudadas para implantação em sistema silvipastoril, o cedro australiano, clonal e seminal, destacaram-se ao comparar os ICA_H e IMA_H obtidos.

No entanto, ao confrontar os valores obtidos com Cavichiolo, Dedecek e Gava (2005), que obteve $3,20 m.ano^{-1}$ de IMA_H para a *Eucalyptus saligna*, notou-se a superioridade do mesmo com os resultados encontrados para as diferentes espécies implantadas no sistema silvipastoril.

Após observar a altura, notou-se que o diâmetro, também, apresentou períodos com redução de incremento médio anual em DAP (IMA_D), incremento corrente anual em DAP (ICA_D) (Figura 9).

O cedro australiano clonal apresentou maior IMA_D e ICA_D dentre as espécies com potencial para implantação em sistema silvipastoril. Esse desempenho é considerado satisfatório ao comparado com o trabalho realizado por Tonini et al. (2009), que obtiveram ao 2º ano ICA_D de $1,38 cm.ano^{-1}$ e IMA_D de $1,41 cm.ano^{-1}$ para a teca. Já ao confrontar os resultados obtidos com *Eucalyptus saligna* por Cavichiolo, Dedecek e Gava (2005), o desempenho do cedro australiano clonal é considerado inferior ao IMA_D de $3,50 cm.ano^{-1}$ encontrado pelos autores.

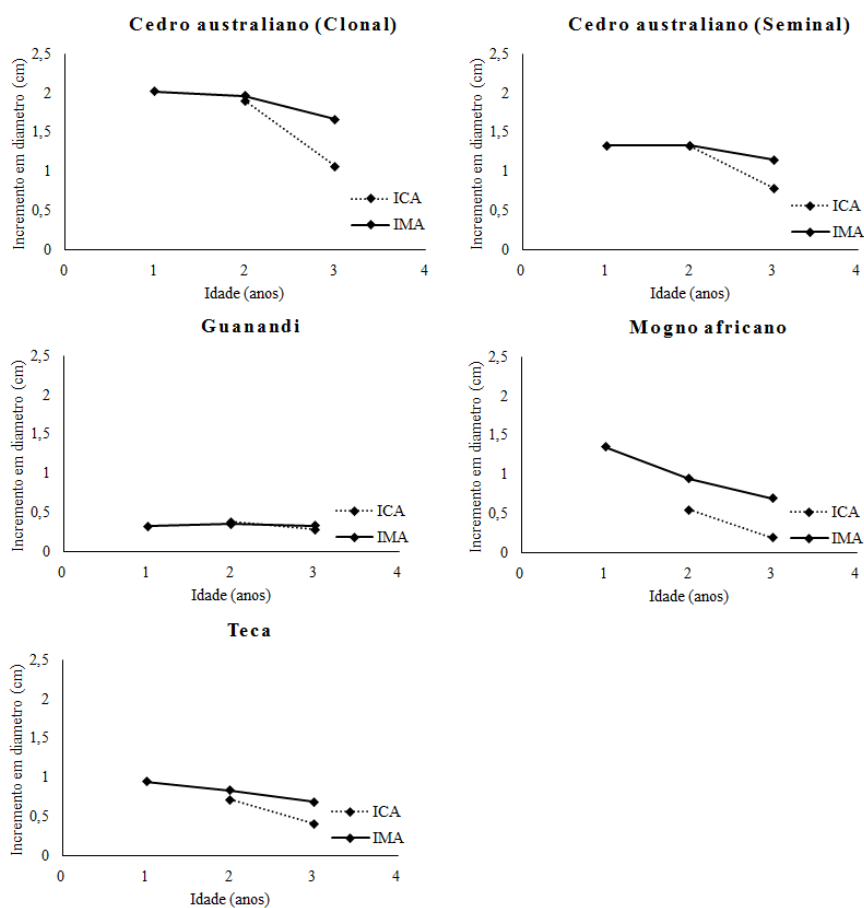


Figura 9 Representação gráfica das curvas de incremento médio anual e incremento corrente anual da variável resposta diâmetro (cm) para o cedro australiano clonal e seminal, guanandi, mogno africano e teca

Ao observar o ICA_D e IMA_D ao longo do tempo, o cedro australiano, clonal, seminal, o guanandi, o mogno africano e a teca apresentaram queda no incremento médio anual e no incremento corrente anual entre o 2º e 3º ano de implantação. Essa queda em incremento foi resultante da ocorrência de ataques

de formigas, do período de convivência de plantas daninhas com o plantio e da baixa precipitação média anual no período estudado (Gráfico1).

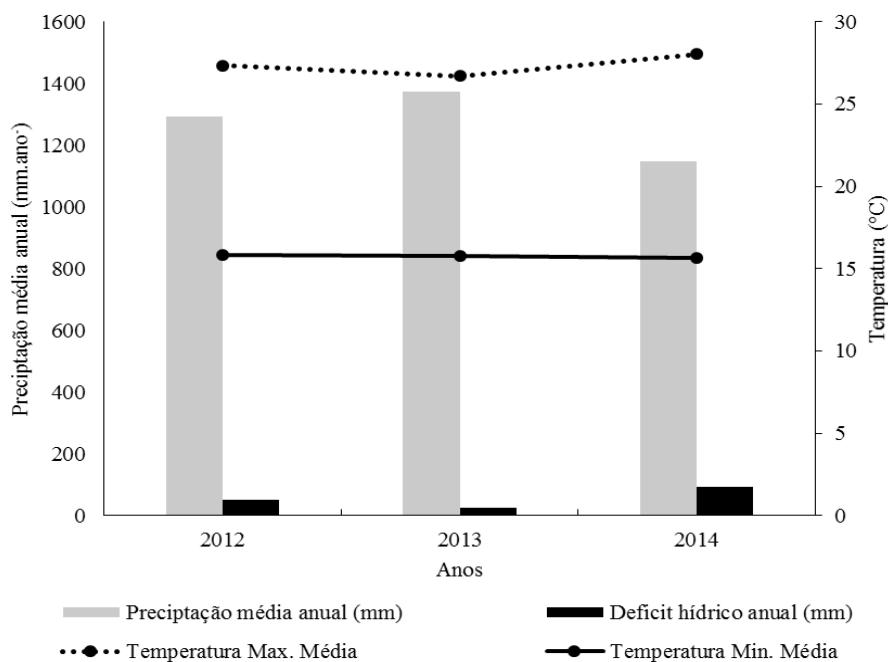


Gráfico1 Precipitação média anual de Lavras/MG em 2012, 2013 e 2014

Nota-se, que a menor precipitação média anual ocorreu em 2014 com 1.148,90 mm.ano⁻¹, a qual é considerada abaixo da média para a região, uma vez que segundo o INMET (2014) a média anual é 1.510 mm.ano⁻¹ e em estudos realizados por Dantas, Carvalho e Ferreira (2007) entre o período de 1960 a 2004 a média foi de 1.495 mm.ano⁻¹.

A redução da precipitação em 2014 foi um dos fatores limitantes para a queda em ICA_D e IMA_D nas espécies estudadas. Essa queda foi encontrada também em estudos realizados por Macedo et al. (2005), onde constatou que a

precipitação foi um dos fatores limitantes à sobrevivência e crescimento para indivíduos de teca na região de Paracatu/MG.

Ademais, salienta-se que os outros fatores limitantes para o declínio em crescimento foram resultantes da desfolha e do maior período de convivência entre plantas daninhas com o plantio, uma vez que tratos silviculturais adequados reduzem o aparecimento de pragas e proporcionam maior desempenho para as espécies introduzidas (REIS FILHO et al., 2011; FERREIRA et al., 2010).

Esses fatores reportados refletem também no incremento médio anual em área basal (IMA_G) e no incremento corrente anual em área basal (IMA_G), para as espécies de cedro australiano clonal, seminal, guanandi, mogno africano e teca (Figura 10).

As espécies de cedro australiano clonal, seminal e teca apresentaram redução no ICA_G , enquanto o guanandi e mogno africano apresentaram acréscimo de ICA_G . Esse decréscimo é decorrente da maior intensidade do ataque de formigas cortadeiras sobre as espécies salientadas, sendo que a maior intensidade proporcionou maior tempo para recuperação da taxa de crescimento dos exemplares.

Os resultados encontrados ao comparado com o ICA_G obtido por Macedo et al. (2005), que avaliou o desenvolvimento inicial de teca em diferentes arranjos, são considerados satisfatórios para o cedro australiano clonal e seminal, visto que, em média o autor obteve $0,26 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Já a teca e o mogno africano apresentaram resultados próximos ao encontrado pelo autor.

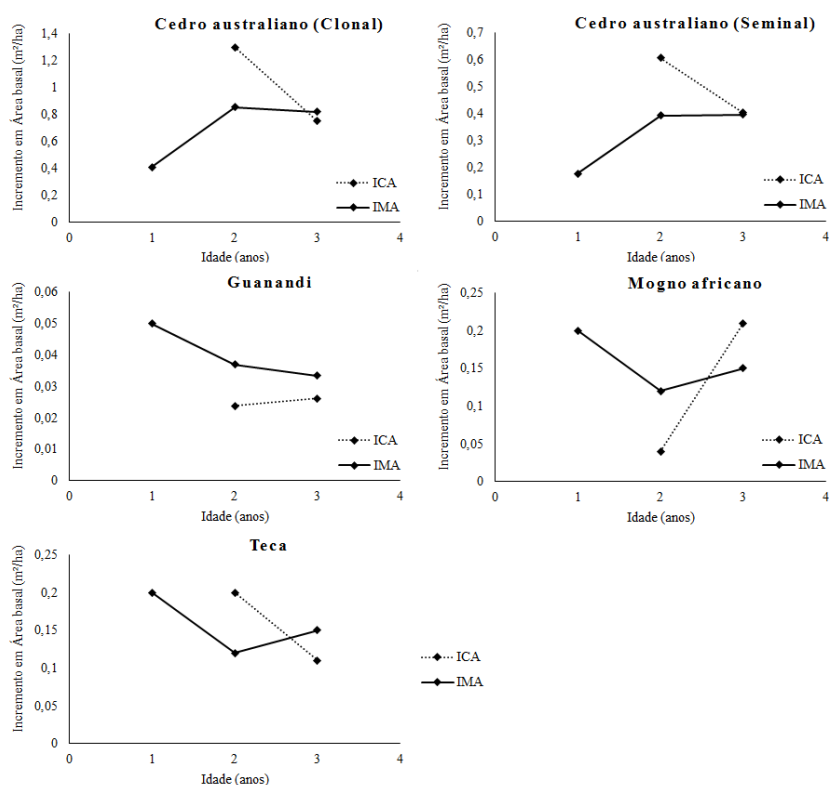


Figura 10 Representação gráfica das curvas de incremento médio anual e incremento corrente anual da variável resposta área basal ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) para o cedro australiano clonal e seminal, guanandi, mogno africano e teca

Ao confrontar os resultados obtidos do IMA_G para o cedro australiano, guanandi, mogno africano e teca com o IMA_G de $8,00 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, aos 24 meses, para o híbrido de *Eucalipto grandis* x *Eucalipto camadulenses* obtido por Muller (2005), constata-se desempenhos inferiores para as espécies estudadas, sendo esses já esperados, visto que, o eucalipto é considerado uma espécie rustica e de grande desempenho.

Ao observar as linhas do IMA_G e ICA_G , notou-se que entre o 2 e 3º ano as mesmas se cruzam para as espécies de cedro australiano clonal, mogno africano e teca.

Nascimento et al. (2015), em estudos realizados com pinus em diferentes espaçamentos, constatou que a idade técnica de corte (ITC) acontece quando as linhas do ICA_G e IMA_G se encontram. Entretanto, o encontro dessas no presente trabalho não refletem a necessidade de corte, mas sim, um período de estagnação e retomada do crescimento entre o 2º e 3º ano, isso devido ao ataque de formigas cortadeiras, do período de convivência das plantas daninhas com o plantio e da baixa precipitação.

O período de convivência de plantas daninhas com o plantio afeta o desempenho dos exemplares (LONDERO, et al. 2012). Toledo et al. (2003), ao estudarem as faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto, concluíram que a convivência de plantas daninha com o plantio, aos 33 meses, reduz o incremento médio anual para eucalipto em 51%.

Além desses fatores salientados, pode-se evidenciar para cada espécie pontos específicos que foram determinantes para o desempenho, sendo que para o cedro australiano, o principal fator limitante no crescimento foi o ataque de formigas e a baixa precipitação, pois segundo Pumijumnong e Buajan (2013), a espécie não se desenvolve em períodos secos reduzindo a atividade cambial, a qual é restabelecida com o aumento da precipitação.

A teca obteve baixo desenvolvimento devido ao tamanho das mudas implantadas em campo e da necessidade da aplicação de calcário segundo estudos na Costa Rica realizados por Barra (1999), onde o melhor desenvolvimento encontra-se em teores de cálcio estão entre 21 a 30 cmolc L^{-1} e o pior entre teores de 16 a 17 cmolc L^{-1} .

Macedo et al. (2009), também afirmam que para a implantação de teca deve-se elevar o solo a saturação de base para 60%, aplicando calcário delomítico com PRNT igual ou superior a 85%.

De acordo com a análise de solo realizada no sítio experimental, os teores de Ca e a saturação por base se enquadram abaixo das recomendações feitas por Barra (1999) e Macedo et al. (2009), de modo, a prejudicar o desempenho silvicultural da espécie.

Para o guanandi o componente limitante para seu desenvolvimento foi a baixa precipitação, uma vez que a espécie é encontrada em locais úmidos com presença de água e alta precipitação.

O grande período de convivência de plantas daninhas e o ataque de formigas cortadeiras foram os fatores limitantes para o baixo desempenho do mogno africano. Lamprecht (1990), ressalta que os dois primeiros anos devem permanecer livre de competição com plantas daninhas para o mogno africano. Ademais, ressalta-se que a espécie possui necessidade de solos com boa fertilidade e precipitações entre 650 a 1.300 mm, sendo essas constatadas no presente sítio de estudo.

Vale destacar que os estudos de desempenho silvicultural, ao embasarse, de forma conjunta, nas variáveis dendrométricas: altura, diâmetro à altura do peito, área basal, volume, área de copa e incremento, possibilitam expressar o potencial de estabelecimento, crescimento e desenvolvimento diferenciado entre espécies, os quais são imprescindíveis para o desenvolvimento da agrossilvicultura.

Dessa forma, notou-se que o desempenho ao longo dos três anos para o cedro australiano clonal foi considerado satisfatório. Porém, o mesmo poderia ser melhor, uma vez que os tratamentos silviculturais fossem realizados com maior intensidade nos primeiros anos de implantação.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo conclui-se que a espécie de cedro australiano clonal apresentou melhor desempenho no arranjo estudado para sistema silvipastoril e dentre as espécies estudadas o guanandi apresentou o menor desempenho silvicultural e sintomas de má adaptação ao local.

As espécies florestais estudadas apresentaram capacidade de recuperar o crescimento após o ataque de formigas cortadeiras e a convivência de plantas daninhas entre o 18° e 31° mês.

Há necessidade de estudos com espécies florestais em arranjos para o sistema silvipastoril.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift. Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, V.C.L.; LEITE, H.G.; FRANCO, F.S. Equação de razão volumétrica para *Toona ciliata* var. *australis* em sistemas agroflorestais na zona da mata de Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 385-388, nov. 2000.

ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. **Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. Brasília: Embrapa, 2012. 345 p.

BARRA, O.S.V. **Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* L.F., *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. em Costa Rica**. 1996, 168 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e conservação) – Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 1996.



BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. Sistemas silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 60, n. 1, p. 77-87, dez. 2009. Edição especial.

CANTARELLI, E.B. et al. Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 1, p. 39-45, jan./mar. 2008.

CARVALHO, A.M.M.L. **Parte I: Estrutura anatômica da Madeira**. Viçosa: Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 44p.

CARVALHO, L.G. de; DANTAS, A.A.A.; CASTRO NETO, P. **Agrometeorologia**. Lavras: Editora UFLA, 2010. 172p.

CASTRO, R.V.O. et al. Crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto estimados por duas categorias de modelos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.48, n.3, p.287-295, mar. 2013.

CAVICHIOLO, S.R.; DEDECEK, R.A.; GAVA, J.L. Modificações nos atributos físicos de solos submetidos a dois sistemas de preparo em rebrota de *Eucalyptus saligna*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, n.4, p.571-577, jul./agos. 2005.

CONDÉ, T.M. et al. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Revista Agro@ambiente Online**, Roraima, RR, v. 7, n. 1, p. 18-27, jan./abr. 2013.

COSTA, K.L. **Crescimento de *Tectona grandis* (teca) em sistema silvicultural de talhadia composta em minas gerais**. 2011, 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

DANTAS, A.A.A.; CARVALHO, L.G.; FERREIRA, E. Comunicação classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

FALES, I.C., BAENA, A.R.E. **Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 52p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 4).



FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of the World's Forests: Enhancing the socioeconomic benefits from forests**. Roma: FAO. 2014. 133 p.

FASSOLA, H.E. et al. Pautas para el manejo silvícola de bosques mixtos de *Grevillea robusta* y *Toona ciliata* en el sur de la provincia de Misiones. In: 14 as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, 11, 2010, Eldorado. **Anais...**Eldorado: UNaM - EEA Montecarlo, INTA, 2010. p.11.

FERREIRA, D.F. **Programa computacional Sisvar**. UFLA, versão 5.3, 2010.

FERREIRA, L.R. et al. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas nas Cultura de Eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2010, 140 p.

FIGUEREDO, E.O; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D. **Estimativa do percentual de casca e do fator de forma em povoamentos jovens de Teca (*Tectona grandis* L.f.)**. Rio Branco: Embrapa Acre. 5 p. 2005. (Comunicado Técnico n°165).

FIUSA, R.S.; MATTOS, P.P; BRAZ, E.M. Crescimento de guanandi em Floresta Ombrófila Densa de terras baixas no litoral do Paraná. In: XI Evento de iniciação científica da Embrapa Florestas, 1, 2012, Colombo. **Anais...**Colombo: Embrapa Florestas, 2012. p. 1.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**, 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=313820#>> Acesso em: 03 de nov. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normais Climatologicas](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normais%20Climatologicas)> Acesso em: 03 de nov. 2014.



KALIL FILHO, A.N.; WENDLING, I. **Produção de mudas de cedro australiano**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012, 5 p. (Comunicado Técnico n° 309).

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas- possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Rossdorf: TZ – Verl-Ges. (GTZ), 1990. p. 297.

LONDERO, E.K.; SCHUMACHER, M.V.; RAMOS, L.O.O; RAMIRO, G.A.; SZYMCZAK, D.A. Influência de diferentes períodos de controle de convivência de plantas daninhas em eucalipto. **Cerne**, Lavras, MG, v. 18, n. 3, p. 441-447, jul./set. 2012.

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) – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 1991.

MACEDO, R.L.G. et al. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, MG, v. 11, n. 1, p. 61-69, jan./mar. 2005.

MACEDO, R.L.G. et al. **Silvicultura clonal de *Tectona grandis* L.f. (teca)**. Lavras: UFLA. 2009. 68 p. (Boletim Agroflorestal, 3).

MACEDO, R.L.G. et al. Dinâmica de estabelecimento de *Tectona Grandis* L.f. (Teca) introduzida em cafezal na região de Lavras – Minas Gerais. **O Brasil Florestal**, Brasília, DF, n. 73, p. 31-38, 2002.

MACEDO, R.L.G. et al. Estabelecimento de *Tectona grandis* L.f. (Teca) em sistemas agroflorestais com *Coffea arábica* L. em Lavras-MG. **Agrossilvicultura**, Viçosa, MG, v. 1, n. 1, p. 71-80, 2004.

MELO, J.T.; GUIMARÃES, D.P. Sistemas agroflorestais no cerrado com guariroba (*Syagrus oleraceae* Becc.). In: IX Simpósio nacional do Cerrado e II Simpósio internacional das Savanas Tropicais, 6, 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Cerrado, 2008. p. 1-6.

MENDONÇA, A.V.R. et al. Desempenho de quatro espécies de *Eucalyptus* spp em plantios puros e consorciados com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) em cava de extração de argila. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.32, n.3, p. 395-405, mai./jun. 2008.

MORETTI, M.S. et al. Crescimento inicial de plantas de teca em monocultivo e sistema Taungya com milho em Figueiropolis D'Oeste, Estado de Mato Grosso. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 42, n. 102, p. 269-277, jun. 2014.

MULLER, M.D. et al. Avaliação de um clone de eucalipto estabelecido em diferentes densidades de plantio para produção de biomassa e energia. **RENABIO**, Viçosa, MG, v. 2, n. 3, p. 177-186, jun. 2005.

NASCIMENTO, F.A.F. et al. Sistema de crescimento e produção para povoamentos de *Pinus taeda* na região norte de Santa Catarina. **Cerne**, Lavras, MG, v. 21, n. 2, p. 235-242, jan. 2015.

OLIVEIRA, T.K. et al. Desempenho silvicultural e produtivo sob diferentes arranjos espaciais em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, n.60, p.01-09, dez. 2009. Edição Especial.

OLIVEIRA NETO, S.N. et al. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 755-762, out./dez. 2010.

PUMIJUMNONG, N.; BUAJAN, S. Seasonal cambial activity of five tropical tree species in central Thailand. **Trees**, Vancouver, v. 27, p. 409–417, out. 2013.

REIS FILHO, W. et al. Danos causados por diferentes níveis de desfolha artificial para simulação do ataque de formigas cortadeiras em *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v.31, n. 65, p. 37-42, jan./mar. 2011.

RICKEN, P. et al. **Crescimento diâmetro de povoamento de *Toona ciliata* var. *australis* em Adrianópolis, PR.** Colombo: Embrapa Floresta, 2011, 4p. (Comunicado técnico n° 28).



RODRIGUES, V.G.S. et al. **Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais consorciadas em lavouras de café robusta (*Coffea canephora*) em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa, 2002, 4 p. (Comunicado Técnico 58).

SAKCHOOWONG, W.; CHOBTHAM, C.; RATTANACHAN, S. Effects of tree shade on attacks by the red cedar shoot borer, *Hypsipyla robusta* (Moore) (Lepidoptera: Pyralidae). **Kasetsart Journal: Natural Science**, Bangkok, v.42, n. 1, p. 435–443, abr. 2008.

SANTOS, A.M. **Melhoramento genético do cedro Australiano (*Toona ciliata* M. Roemer var. australis)**. 2011, 64 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SCOLFORO, J.R.S.; THIERSCH, C.R. **Biometria florestal: medição, volumetria e gravimetria**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 285 p.

SISTEMA FLORESTAL BRASILEIRO. **As florestas plantadas**. Brasília: SIF, 2015. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas> >. Acesso em: 02 de outubro de 2015.

SOUCHIE, E.L. et al. Arborização de pastagem na região da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v.12, n.2, p. 22-27, nov./dez. 2006.

SOUZA, P.A. et al. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. **Cerne**, Lavras, MG, v.7, n.2, p.043-052, 2001.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptado a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.

TOLEDO, R.E.B. et al. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas em eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 64, p. 78-92, dez. 2003.



TONINI, H.; COSTA, M.C.G.; SCHWENGBER, L.A.M. Crescimento da teca (*Tectona grandis*) em reflorestamento na Amazônia Setentrional. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, DF, v. 59, n. 1, p. 05-14, jul./dez. 2009.

WINK, C. et al. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 40, n. 93, p. 057-067, mar. 2012.

CAPÍTULO 2

DESEMPENHO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS INTRODUZIDAS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS SOBRE PASTAGEM DEGRADADA EM LAVRAS, MG

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho silvicultural de três espécies florestais em dois espaçamentos implantados sobre pastagem degradada em Lavras, MG. As espécies estudadas foram a acácia (*Acacia mangium* Willd), baru (*Dipteryx alata* Vogel) e eucalipto 1528 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*). O experimento foi composto em faixas, com espécie na parcela e espaçamento na subparcela, instalado em delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições e avaliados em tempos diferentes, onde o fator tempo corresponde ao efeito da subsubparcela. Cada parcela continha 24 plantas úteis em espaçamento 3x2 m e 7x2 m. Os desempenhos das espécies foram avaliados através dos parâmetros de sobrevivência, DAP, altura, área basal, volume e do incremento médio anual e incremento corrente anual para cada variável resposta, exceto sobrevivência e volume. Os resultados demonstram que o espaçamento não influenciou na sobrevivência. A baixa precipitação e o elevado déficit hídrico entre o segundo e terceiro ano favoreceu a competição por água no espaçamento 3x2m e o eucalipto 1528 apresentou maior crescimento ao comparado com as demais espécies. Concluiu-se que o eucalipto 1528 foi a espécie que obteve maior taxa de incremento, ao longo do tempo. Dentre os espaçamentos testados, o espaçamento 7x2m promoveu melhor desempenho para região, sendo o crescimento em diâmetro à altura do peito maior em espaçamento 7x2m para todas as espécies, constatando assim, que maior área útil promove maior crescimento secundário.

Palavra-chave: Arranjos estruturais. Área útil. Crescimento. Introdução de espécies florestais

**SILVICULTURAL PERFORMANCE OF INTRODUCED FOREST
SPECIES IN DIFFERENT SPACINGS ON DEGRADED PASTURES IN
LAVRAS, MG, BRAZIL**

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the silvicultural performance of three forest species in two implanted spacings on degraded pasture in Lavras, MG. The studied species were the acacia (*Acacia mangium* Willd), baru (*Dipteryx alata* Vogel) and eucalyptus 1528 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*). The experiment consisted of strips, with species within plot and spacing within sub-plot, established in a randomized block design with four repetitions and evaluated at different times, where the time factor corresponds to the effect of sub-plot. Each plot contained 24 useful plants in 3x2 m and 7x2 m spacing. The performances of the species were evaluated by the survival parameters, DBH, height, basal area, volume and mean annual increment and current annual increment for each dependent variable, except survival and volume. The results demonstrated that the spacings had no effect on survival. The low rainfall and the high hydric deficit between the second and third year favored the competition for water in 3x2m spacing and, the eucalyptus 1528 showed higher growth compared to the other species. It was concluded that the eucalyptus 1528 was the species that had the higher rate of increase over time. Among the tested spacings, the 7x2m spacing promoted better performance for the region. The growth in diameter at breast height was higher in 7x2m spacing for all species, evidencing that higher useful area promotes greater secondary growth.

Keywords: Structural Arrangements. Useful area. Growth. Forest species establishment.

1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial de madeira, de modo geral, vem sofrendo com a escassez e a oferta limitada de produtos madeireiros nos últimos anos. Para atender essa demanda, sem suprimir novas áreas de florestas nativas, a implantação de espécies florestais associadas com pastagens degradadas é evidenciada como uma alternativa (SIF, 2015).

No Brasil, a pecuária bovina se baseia principalmente em pastagens (VENTURIN et al, 2010). O manejo inadequado dessas leva a sua degradação, a qual atualmente estima-se em 100 milhões de hectare de pastagens com algum grau de degradação, acarretando de modo geral, prejuízos econômicos, ambientais e sociais (DIAS-FILHO, 2014).

A implantação de espécies florestais em áreas degradadas visa disponibilizar, futuramente, madeira para o mercado interno e externo, e diminuir a exposição do solo, através do fechamento do dossel.

A escolha do espaçamento de plantio é um dos principais pontos dentro do planejamento de implantação para povoamento florestal, sendo que essa escolha tem como objetivo proporcionar para cada indivíduo o espaço suficiente para se obter o melhor desempenho com o máximo de qualidade e o menor custo (BOTELHO, 1998).

Essa escolha é salientada em estudos realizados por Oliveira et al., (2009), onde concluíram que a taxa de crescimento diminui nos arranjos com espaçamento reduzidos, ao longo do tempo, e o aumento da área útil por árvore assegura maiores volumes individuais.

O espaçamento de plantio é influenciado por uma série de fatores, compreendidos pela qualidade de sítio, espécie, objetivo de manejo e condições do mercado e as operações de colheita que serão realizadas na área (BOTELHO, 1998).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho silvicultural de três espécies florestais em dois espaçamentos implantados sobre pastagem degradada em Lavras, MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e caracterização da área de estudo

O experimento localiza-se na região Sul do estado de Minas Gerais, na Fazenda Experimental da EPAMIG, Unidade de Lavras, situado a latitude de $21^{\circ} 21' 12''$ sul e longitude de $45^{\circ} 06' 51''$ oeste, (Figura 10), com altitude de 890 metros.

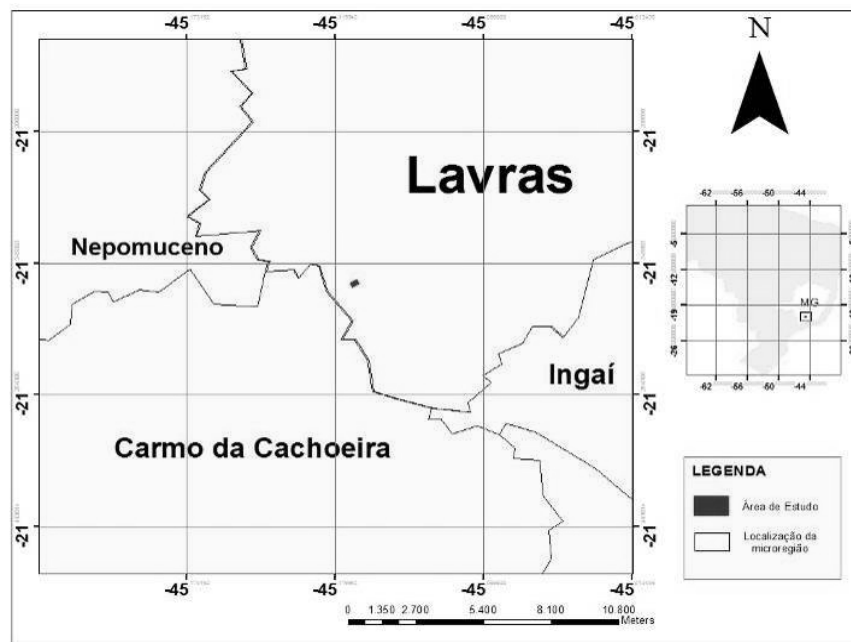


Figura 10 Representação da localização da área experimental



O clima, na classificação de Köppen, mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude com verões suaves (ALVARES et al., 2013).

A temperatura média anual é de 19,6 °C, variando de 14,8 °C e 26,5 °C nos meses mais frio e mais quente, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.510 mm, variando de 16,9 mm no mês mais seco a 293,9 mm no mês com maior precipitação. A umidade relativa média anual é de 76,2% e a evaporação total anual é de 901,1mm (INMET, 2014).

A região é também conhecida como Planalto Sudeste, apresentando relevo ondulado caracterizado pela predominância de solos antigos (IBGE, 2010). A vegetação regional é bastante diversa, uma vez que se trata de uma região de transição entre o domínio do Cerrado e da Mata Atlântica. Há predominância de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Semidecidual Montana nos locais onde houve deposição de sedimentos e formação de solos mais profundos. Outras áreas da região possuem predominância de solos mais rasos e afloramentos rochosos, apresentando vegetação típica do Cerrado como os Campos Limpos, Campos Sujos e de Altitude (VELOSO, RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

O experimento em questão está localizado em áreas de Cerrado com pastagens, assentadas sobre Cambissolo Háplico Tb eutrófico com características químicas expressas (Tabela 11) e físicas (Tabela 12).

Tabela 11 Atributos químicos em duas profundidades no solo do sítio experimental

Prof. cm	pH H ₂ O	M.O. dag.kg ⁻¹	P	K	Zn	Mn	B	Ca	Mg	Al	T	V	m
			mg.dm ⁻³				cmol _c .dm ⁻³				%		
0-20	5,80	1,87	1,13	80,00	0,74	6,66	0,21	1,70	0,90	0,00	5,91	47,40	0,00
20-40	5,90	1,41	2,00	34,00	0,48	6,42	0,13	1,40	0,50	0,00	3,53	56,20	0,00

M.O.= Matéria Orgânica; T= Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V= Índice de saturação de bases; m= Índice de saturação de alumínio.



Tabela 12 Caracterização física em duas as profundidades do solo do sítio experimental

Prof. cm	Textura do solo	Argila	Silte %	Areia
0-20	Argilosa	49	38	13
20-40	Média	29	32	39

2.2 Instalação do experimento

O experimento foi instalado em janeiro de 2012 na Fazenda Experimental da EPAMIG, unidade Lavras/MG, onde utilizou três espécies distintas. As espécies utilizadas foram a *Acacia mangium* Willd (acácia mangium), *Dipteryx alata* Vogel (baru) e híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (eucalipto 1528).

As espécies foram implantadas em pastagens degradadas em dois espaçamentos, sendo estes correspondentes a 3x2 m e 7x2 m.

Os métodos silviculturais utilizados, no ano 0, foram a subsolagem a 60 cm de profundidade, seguida por adubação e plantio das mudas, onde aplicou-se calcário e fosfato super simples.

Após um mês do plantio foi realizada a adubação de cobertura e o controle de plantas daninhas. Para esta adubação utilizou a formulação de NPK (20-0-20), disponibilizando 50g do fertilizante para cada planta. No ano 3, efetuou-se a adubação de cobertura com a formulação de NPK (20-5-20), sendo disponibilizado 180g por planta.

Os tratos silviculturais empregados consistiram no controle de formigas cortadeiras, em diferentes períodos, e no controle de plantas daninhas, sendo que entre o 18º mês e o 30º mês não houve.

2.3 Delineamento do experimento



O experimento foi composto por faixas, com espécie na parcela e espaçamento na subparcela, instalado em delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições e avaliados em tempos diferentes, onde o fator tempo corresponde ao efeito da subsubparcela.

Os tratamentos foram constituídos de 3 espécies florestais e 2 espaçamentos. As espécies foram a *Acacia mangium* Willd (acácia), *Dipteryx alata* Vogel (baru) e híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* (eucalipto 1528) e os espaçamentos correspondem ao 3x2m e 7x2m.

Nas parcelas estudou-se o crescimento das espécies, sendo que cada parcela possuía uma área de 560m², correspondentes a 28 m de comprimento e 20 m de largura. O arranjo das espécies dentro da parcela foi constituído de 4 linhas de plantio, totalizando 56 plantas. Porém, considerou-se como plantas úteis apenas 24, sendo as demais destinadas para o controle do efeito de bordadura (Figura 11).

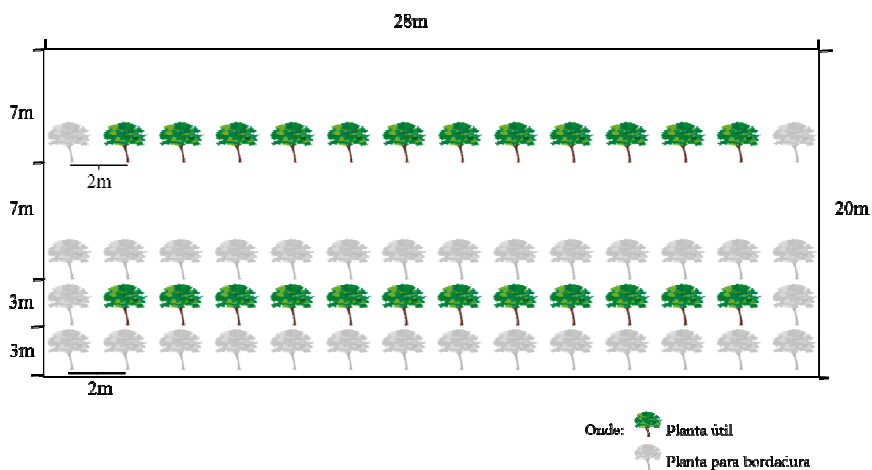


Figura 11 Representação do delineamento experimental



O modelo estatístico que descreveu as observações do experimento sobre as diferentes espécies, nas 5 épocas de avaliação é representado pela (Equação 8).

$$Y_{ijkl} = \mu + s_i + b_j + \gamma_{ij} + \rho_k + \delta_{jk} + s\rho_{ik} + \lambda_{ijk} + t_l + \tau_{jl} + st_{il} + \theta_{ijl} + pt_{kl} + \varepsilon_{jkl} + s\rho t_{ikl} + e_{ijkl} \quad (8)$$

Em que,

Y_{ijkl} : É o valor observado para a variável em estudo no j-ésimo bloco que recebeu a i-ésima espécie e o k-ésimo espaçamento e j-ésimo tempo;

μ : Constante inerente a cada observação Y_{ijkl} ;

s_i : É o efeito da i-ésima espécie, $i = 1, 2, 3$;

b_j : É o efeito do j-ésimo bloco, $j = 1, 2, 3, 4$;

γ_{ij} : É o erro (a), da interação entre a i-ésima espécie com o j-ésimo bloco;

ρ_k : É o efeito do k-ésimo espaçamento, $k = 1, 2$;

δ_{jk} : É o erro (b), da interação entre o j-ésimo bloco com o k-ésimo espaçamento;

$s\rho_{ik}$: É o efeito da interação entre a i-ésima espécie com o k-ésimo espaçamento;

λ_{ijk} : É o erro (c), da interação entre a i-ésima espécie com o j-ésimo bloco e k-ésimo espaçamento;

t_l : É o efeito do l-ésimo tempo, $l = 1, 2, 3, 4, 5$;

τ_{jl} : É o erro (d), da interação entre o j-ésimo bloco com o l-ésimos tempo;

st_{il} : É o efeito da interação entre a i-ésima espécie com o l-ésimo tempo;

θ_{ijl} : É o erro (e), da interação entre a i-ésima espécie com o j-ésimo bloco e l-ésimo tempo.

pt_{kl} : É o efeito de interação entre o k-ésimo espaçamento com o l-ésimo tempo;

ε_{jkl} : É o erro (f), da interação entre o j-ésimo bloco com o k-ésimo espaçamento e l-ésimo tempo;



$s_{pt_{ikl}}$: É o efeito da interação entre a i-ésima espécie com o k-ésimo espaçamento e l-ésimo tempo;

e_{ijkl} : É o erro experimental (g).

2.3 Avaliações do experimento

O experimento foi mensurado aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses após o plantio das mudas, sendo as variáveis diâmetro à altura do peito (DAP), altura das plantas (HT), projeção da copa entre as plantas na linha de plantio (PCEP) e entre as linhas de plantio (PCEL) mensuradas em todos os períodos. Com essas variáveis calculou-se área de copa (APC), área basal por planta e área basal por hectare.

Dados climáticos de precipitação e temperatura média foram cedidos pelo Departamento de Engenharia, Setor de Agroclimatologia da Universidade Federal de Lavras - UFLA, os quais foram advindos da estação climatológica principal de Lavras (EPC) do período correspondente a implantação do projeto até aos 43 meses de idade do plantio.

2.3.1 Sobrevivência

O percentual de sobrevivência foi determinado pela contagem das plantas vivas na área útil da parcela aos 43 meses, dividido pela quantidade total de indivíduos implantados na área útil da parcela e multiplicado por 100,00%. Os resultados de porcentagem foram transformados $\arcsen \sqrt{x/100}$ para conferir normalidade aos dados.

2.3.2 Diâmetro altura do peito



ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ ቅጠራ

Após a cubagem, obteve-se o fator de forma das espécies estudadas, através da divisão do valor real do volume pelo volume do cilindro, onde para a obtenção do volume do cilindro considerou o valor do DAP como base e a altura total da árvore como sendo a altura do cilindro.

Com a cubagem para cada espécie, pode-se obter o volume médio da parcela, o volume médio por planta e o volume médio por hectare das espécies.

2.3.7 Dinâmica de crescimento

A evolução do crescimento das espécies foi quantificada pelo incremento médio anual, através da divisão dos valores encontrados pelo respectivo período avaliado, e o incremento corrente anual, obtido pela diferença do valor encontrado no ano 1 com o ano 2. Esses resultados foram representados



Ago.											
Set.											
Out.											
Nov.											
Dez.											
Ano											

T (C°): Temperatura média; P (mm): Precipitação mês; ETp (mm): Evapotrans-piração potencial; N.Ac. (mm): Negativo acumulado; Arm. (mm): Armazenamento; Alt. (mm): Alteração ou variação de armazenamento; ETr (mm): Evapotranspiração real; Def. (mm): Déficit Hídrico; Exc. (mm): Excedente.

A capacidade de armazenamento de água disponível no solo foi obtida através das variáveis tipo de solo, cultura estudada e profundidade das raízes que foi retirada da tabela de Thornthwaite & Mather (1955), sendo estes valores constantes. Após, utilizou-se as seguintes fórmulas (Equação 15) para preenchimento da tabela:

$$\text{Arm} = \text{CAD} \cdot e^{(\text{NA}/\text{CAD})}$$
$$\text{NA} = \text{CAD} \frac{\text{Arm}}{\text{CAD}}$$

(15)

Em que:

Arm: Armazenamento de água no solo (mm);

CAD: Capacidade de água disponível no solo (mm);

NA: Negativa acumulada (mm).

Após, realizar os cálculos obteve-se a precipitação média anual (mm) para cada ano e o déficit hídrico do ano (mm), através da somatória dos 12 meses, exceto para o ano de 2015, onde encontrou-se a precipitação média e o déficit hídrico até o mês de julho, dispostos na (Tabela 1A anexo).



2.4 Análises estatísticas do experimento

Os dados obtidos para todas as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância, onde ao serem significativos, realizou o desdobramento, aplicando em sequência o teste de médias Tukey, a 5 % de probabilidade para os tratamentos.

Para obtenção das análises de regressão, plotou-se a média das observações e escolheu o modelo que se enquadrava melhor pelo software Special Air Service (SAS), Software livre R e SISVAR (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Sobrevivência aos 43 meses.

Os exemplares de eucalipto 1528, acácia e baru, plantadas em janeiro de 2012, se desenvolveram e ao fim de três anos e meio realizou-se a análise estatística, onde obteve-se o resumo da análise de variância (Tabela 12A anexo). Não se verificou diferença significativa entre a interação época e espécies e espaçamento (Tabela 14).

Tabela 14 Percentual de sobrevivência para três espécies nos espaçamentos 3x2m e 7x2m aos 43 meses

Espaçamento (m)	Espécies		
	Acácia (%)	Baru (%)	Eucalipto 1528 (%)
3x2	93,75	75,00	91,67
7x2	95,84	79,17	93,84
CV 1 (%) = 26,74			
CV 2 (%) = 18,48			
CV 3 (%) = 7,61			
Média geral = 88,19%			



Os percentuais de sobrevivência obtidos para as espécies estudadas não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de significância entre espécies e entre espaçamento.

As espécies apresentaram percentuais de sobrevivência altos, consequência essa, da adaptação as condições edafoclimáticas da cidade de Lavras, MG. Dessa forma, os resultados obtidos para a acácia são considerados satisfatórios e demonstram a adaptação da espécie, visto que Souza et al. (2008), avaliando o desempenho de espécies para o uso múltiplo na Amazônia, encontrou 66,80% de sobrevivência para acácia.

O eucalipto 1528, assim como a acácia, demonstrou potencial de sobrevivência satisfatório ao comparado com estudos de Pulrolnik et al. (2010), que avaliou a sobrevivência de *Eucalyptus urograndis* em sistema silvipastoril no Distrito Federal e encontrou 96,20% para a espécie.

O baru apresentou percentuais de sobrevivência adequados ao comparado com os resultados obtidos por Melotto et al. (2009), que ao estudar a sobrevivência de espécies florestais nativas em sistema silvipastoril encontraram 56,25% de sobrevivência para *Dipteryx alata*. Esse percentual demonstra a adaptação da espécie as condições do sítio experimental, que apresenta condições características do cerrado, do qual bioma a espécie é considerada nativa.

Os percentuais de sobrevivência das espécies nos diferentes espaçamentos não foram significativos ao nível de significância de 5%, ou seja, as áreas úteis de 14m² e 6m² promovem o mesmo percentual de sobrevivência para as espécies estudadas. Resultados iguais foram constatados nos estudos realizados por Pulrolnik et al. (2010), onde o *Eucalyptus urograndis* obteve percentual de sobrevivência igual para diferentes espaçamentos em sistema silvipastoril.



Ao observar o desempenho das espécies, nota-se que as mesmas se adaptaram as condições climáticas impostas pela região para seu desenvolvimento, visto que o potencial de estabelecimento de espécies florestais, avaliado por meio da porcentagem de sobrevivência, expressa a capacidade de adaptação frente as condições ambientais impostas (Macedo et al., 2002).

Dessa forma, pode-se concluir que a acácia, o baru e o eucalipto 1528 possuem grande potencial de desempenho nos arranjos de 3x2m e 7x2m para Lavras - MG, visto que ambas espécies não sofreram com fitodoenças, ataque de pragas e com as condições edafoclimáticas do local.

3.2 Altura

A altura média das 3 espécies florestais em diferentes espaçamentos ao longo de três anos e meio não apresentaram interação entre si, como demonstra o resumo da análise de variância disposta na (Tabela 13A anexo), sendo assim, necessário estudar o efeito médio da altura para a interação espécie para cada espaçamento e do espaçamento para cada espécie (Tabela 15).

Tabela 15 Efeito médio dos espaçamentos de 3x2m e 7x2m para Acácia, Baru e Eucalipto 1528

Tempo	Espaçamento (m)	Espécies		
		Acácia	Baru	Eucalipto 1528
12	3x2	3,57	0,29	4,38
	7x2	3,39	0,35	4,75
18	3x2	4,75	0,77	6,85
	7x2	4,61	0,90	7,24
31	3x2	7,10	1,00	10,68
	7x2	6,83	1,06	11,59
36	3x2	7,46	1,20	12,29
	7x2	7,50	1,27	13,03



43	3x2	8,87	1,39	14,90
	7x2	9,17	1,65	16,76
Médias	3x2	6,35 Ba	0,93 Ca	9,82 Ab
	7x2	6,30 Ba	1,05 Ca	10,67 Aa

CV 1 (%) = 17,97; CV 2 (%) = 7,99; CV 3 (%) = 9,22.

* Letras minúsculas se referem a comparação entre espaçamento para cada espécie, onde as médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Fisher a 5%. ** Letras maiúsculas se referem a comparação entre espécies para cada espaçamento, onde médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não difere entre si, pelo teste Tukey a 5%.

O eucalipto 1528 nos espaçamentos 3x2m e 7x2m apresentou, em média, altura superior e diferente estatisticamente das espécies de acácia e baru, demonstrando assim, o grande potencial de desenvolvimento, rusticidade e a adaptação da espécie para ambos espaçamentos em Lavras, MG.

Os resultados obtidos assemelham-se com os obtidos por Oliveira et al. (2015a), que ao estudarem o crescimento inicial do eucalipto e acácia em diferentes arranjos encontraram desempenho superior para o eucalipto. Já o desempenho do baru foi considerado inferior, uma vez que a espécie apresenta um ritmo de crescimento menor ao comparado com eucalipto e acácia. Esse desempenho é observado também nos ensaios de Souza et al. (2010), que encontraram menor altura para a *Dipterex odorata* ao comparada com a acácia.

Ao estudar o desempenho de cada espécie nos diferentes espaçamentos, notou-se que a acácia e o baru não apresentaram diferença significativa para o espaçamento 3x2m e 7x2m. Já para o eucalipto 1528 o espaçamento amplo apresentou, em média, desempenho superior e estatisticamente diferente ao comparado com o menor espaçamento.

Assim como descrito por Botelho (1998), o efeito sobre a altura apresentou resultados controversos, sendo que para as espécies de acácia e baru a altura não se diferenciou com o aumento do espaçamento. Mas para o eucalipto 1528 o espaçamento amplo possibilitou melhor desenvolvimento para



os indivíduos, assim como nos estudos realizados por Oliveira et al. (2015a), onde o melhor desempenho em altura foi encontrado em espaçamentos amplos.

O desenvolvimento superior do eucalipto 1528 no espaçamento amplo pode ter ocorrido devido ao ritmo de crescimento da espécie, visto que este foi mais rápido que o baru e a acácia.

Pode-se ressaltar que a competição por luz, água e nutrientes nos espaçamentos menores, podem ter proporcionado o máximo de crescimento suportado pelo sítio e, dessa forma, restringindo o desenvolvimento em altura, enquanto os indivíduos situados em espaçamento amplo se encontravam em melhores condições para o crescimento.

Dessa forma, a maior altura encontrada em espaçamento amplo deve-se, provavelmente, a competição por água ocorrida no menor espaçamento, diminuindo assim, o crescimento em altura dos indivíduos. Leite et al. (1997) e Leles et al. (1998) constataram que, em épocas com menos água disponível no solo a restrição no crescimento aumenta para os exemplares inseridos em espaçamentos adensados.

Contudo, nota-se que o eucalipto 1528, acácia e o baru apresentaram crescimento satisfatório e adaptação para Lavras, MG. Porém, apenas o eucalipto 1528 no espaçamento 7x2m demonstrou diferença em altura em relação ao espaçamento 3x2m.

3.3 Diâmetro à altura do peito

As observações de diâmetro à altura do peito das 3 espécies florestais avaliadas ao longo de três anos e meio foram analisadas estatisticamente, de modo a obter o resumo da análise de variância (Tabela 14A anexo). Verificou-se que houve diferença significativa entre a interação época, espécie e espaçamento



para essa variável, sendo necessário realizar o teste de médias, disposto na Tabela 16.

Aos 12, 18 e 31 meses o eucalipto 1528 e a acácia em ambos espaçamentos apresentaram desempenho superior ao baru em diâmetro à altura do peito. Já aos 36 e 43 meses, o eucalipto 1528 em espaçamento 7x2m apresentou desempenho superior ao comparado com a acácia e baru.

Tabela 16 Diâmetro à altura do peito, em centímetros, das espécies estudadas para os espaçamentos 3x2m e 7x2m, avaliados aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses pós-plantio

Tempo	Espaçamento (m)	Espécies		
		Acácia	Baru	Eucalipto 1528
12	3x2	4,89 Aa	---- Ba	4,00 Aa
	7x2	4,80 Aa	---- Ba	4,39 Aa
18	3x2	6,19 Aa	0,19 Ba	6,89 Aa
	7x2	5,97 Aa	0,17 Ba	6,82 Aa
31	3x2	9,56 Aa	1,15 Ba	9,53 Ab
	7x2	10,26 Aa	1,32 Ba	11,39 Aa
36	3x2	10,58 Aa	1,15 Ba	10,48 Ab
	7x2	11,29 Ba	1,39 Ca	12,74 Aa
43	3x2	11,82 Ab	1,26 Ba	11,33 Ab
	7x2	13,12 Ba	1,72 Ca	14,34 Aa

* Letras minúsculas se referem a comparação entre espaçamento para cada espécie, onde as médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Fisher a 5%. ** Letras maiúsculas se referem a comparação entre espécies para cada espaçamento, onde médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não difere entre si, pelo teste Tukey a 5%.

Os desempenhos das espécies estudadas aos 18 meses são considerados satisfatórios ao observar os trabalhos de Faria et al. (2013), que encontraram 6,23cm de DAP em área útil de 6m² para o Híbrido de *E.grandis* x *E.urophylla*. Já Oliveira et al., (2015a), estudando o monocultivo de *Acacia mangium* em área



útil de 6m² encontraram 3,5cm de DAP e Oliveira et al. (2015b), em estudos com espécies nativas em área útil de 9m² encontraram para o baru 0,105cm de DAP.

Carvalho, Freitas e Xavier (1999), ao observarem o desempenho de quatro espécies introduzidas em pastagem, encontraram DAP de 7,19cm para a acácia aos 30 meses pós-plantio. Esses resultados se assemelham com os encontrados para a espécie e demonstram que o desempenho foi satisfatório para o local de introdução.

Aos 36 e 43 meses o desempenho do eucalipto 1528 e acácia são considerados satisfatórios quando comparados com os ensaios de Faria et al., (2013) que encontraram 11,24cm de DAP em área útil de 6m² para o Híbrido de *E.grandis* x *E.urophylla*. Já Carvalho, Freitas e Xavier (1999), encontraram 11,99cm de DAP em espaçamentos amplos para a acácia aos 42 meses.

No entanto, o baixo desempenho do baru pode ser explicado, pois a espécie possui desenvolvimento mais lento, sendo que este pode sofrer influência dos grupos ecológicos, onde a espécie se enquadra como tardia.

Segundo Melotto et al. (2009), as espécies dos grupos ecológicos iniciais apresentam sistemas radiculares mais desenvolvidos e raízes finas em maior quantidade, favorecendo assim, a absorção de mais nutrientes e, conseqüentemente, maiores taxas de crescimento ao comparadas com as espécies tardias. Essas considerações são expressas também por Botelho et al. (1996), ao indicar que espécies secundárias contemplam menores taxa de crescimento do que espécies pioneiras.

Ao estudar o efeito do espaçamento para cada espécie, pode-se observar que a acácia aos 12, 18, 31 e 36 meses em ambos espaçamentos não apresentou diferença estatística, ou seja, durante esse período os desenvolvimentos dos exemplares foram estatisticamente iguais no espaçamento 3x2m e 7x2m.



Entretanto aos 43 meses a acácia em espaçamento 7x2m apresentou crescimento superior em DAP ao comparado com o menor espaçamento.

De modo geral, os resultados encontrados são satisfatórios ao comparar com estudos realizados por Oliveira et al. (2015a), ao conduzir ensaios com sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) e monocultivo de *Acacia mangium*, verificaram que em espaçamentos menores, o DAP encontrado foi menor. Entretanto, no presente estudo apenas aos 43 meses a acácia em espaçamento amplo apresentou crescimento em DAP superior ao espaçamento 3x2m.

Os resultados obtidos para a acácia seguem a tendência concluída pelo ensaio realizado por Oliveira et al. (2009), ao salientarem que a taxa de crescimento diminui nos arranjos com espaçamentos reduzidos, ao longo do tempo.

O desempenho obtido pelo eucalipto 1528 em diferentes espaçamentos para diâmetro à altura do peito demonstrou que aos 12 e 18 meses o crescimento dos exemplares foi igual em ambos espaçamentos. Entretanto, aos 31, 36 e 43 meses o eucalipto 1528 no espaçamento de 7x2m foi em média superior e diferente estatisticamente ao espaçamento 3x2m, ou seja, após o 31º mês os exemplares de eucalipto 1528 começaram a competir por luz, água e nutrientes, o que acarretou no declínio do desempenho dos indivíduos alocados em menor espaçamento.

Conforme Botelho (1998), a densidade do povoamento é influenciada pelos fatores bióticos e abióticos do meio, pois esses controlam a disponibilidade de produtos como água, luz e nutrientes, que em sua falta afeta o crescimento e o vigor dos indivíduos.

Os resultados encontrados assemelham-se com os estudos de Oliveira et al. (2009), que a partir dos 27 meses os espaçamentos amplos apresentaram



crescimento em DAP superior ao espaçamento menor para clones de Híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *E. urophylla* S.T. Blake.

Ademais, Oliveira Neto et al. (2010), ao estudarem o crescimento diamétrico em diferentes espaçamentos e níveis de adubação para o *E. camaldulensis* encontraram, em média, 7,81cm de DAP em área útil de 6 m² e 10,32cm em área útil de 15m². Esses resultados demonstram que o DAP é fortemente influenciado pelo espaçamento escolhido para implantação de um povoamento, ou seja, com o aumento do espaçamento ocorre aumento em crescimento secundário.

Dentre as espécies estudadas o baru não apresentou diferença significativa para os diferentes espaçamentos testados, sendo este resultante do menor crescimento apresentado, o qual não gerou competição intraespecífica em ambos tratamentos utilizados. Entretanto, pode-se notar que a espécie está em crescimento, como disposto na Figura 13.

Ao analisar a Figura 13, observou-se que o eucalipto 1528, acácia e baru apresentaram comportamento linear e inclinação acentuada, demonstrando assim, que as espécies estão em pleno crescimento. Ademais, notou-se que as espécies inseridas em espaçamento 7x2m apresentaram maiores diâmetros à altura do peito ao comparado com as inseridas em espaçamentos de 3x2m.

Esses resultados comprovam que espaçamentos amplos estimulam o desenvolvimento em crescimento secundário dos exemplares e influenciam na obtenção de fustes de maior diâmetro. Essa influência possibilita o uso da madeira para fins mais nobres, agregando maior valor para o sistema silvipastoril.

Contudo, ressalta-se que todas as espécies apresentaram desempenho satisfatório e adaptação as condições edafoclimáticas do local de implantação, sendo notório que o baru apresentou o menor crescimento dentre as espécies



estudadas e o espaçamento 7x2m possibilitou melhor desempenho para o eucalipto 1528 e acácia.

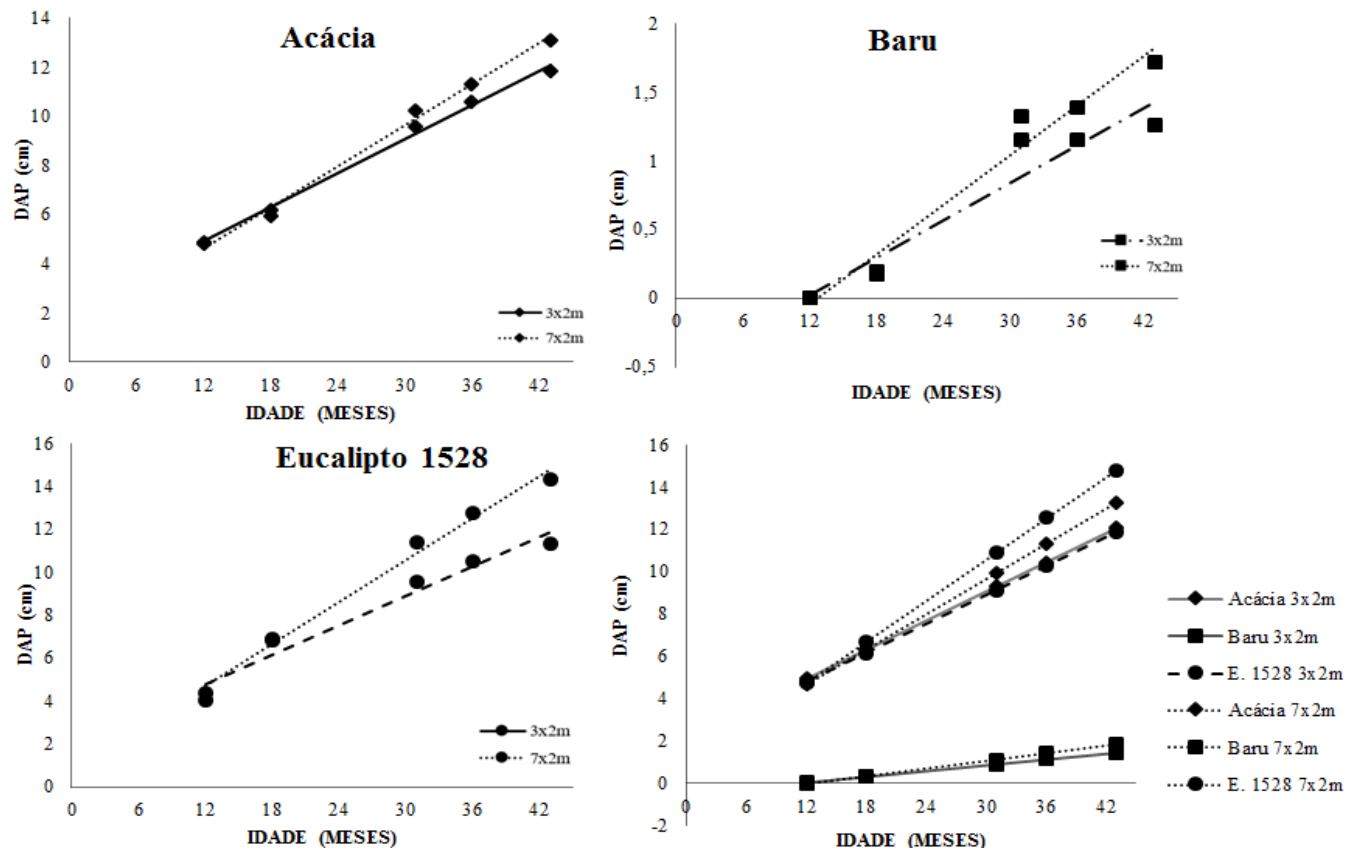


Figura 13 Regressão do desdobramento da interação do tempo, espécie e espaçamento para a variável resposta diâmetro à altura do peito (cm)



3.4 Área basal

Os indivíduos de eucalipto 1528, acácia e baru, plantadas em janeiro de 2012, se desenvolveram e ao fim de três anos e meio, apresentaram interação significativa, sendo o resumo da análise de variância disposta na (Tabela 15A e 16A anexo) e a comparação de médias dispostas na (Tabela 17).

Aos 12, 18 e 31 meses o eucalipto 1528 e a acácia em ambos espaçamentos apresentaram desempenho superior ao baru em área basal por planta ($G \text{ m}^2.\text{plt}^{-1}$) e em área basal por hectare ($G \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$), demonstrando assim, o grande potencial de desenvolvimento dessas espécies para a região estudada. Entretanto, aos 36 e 43 meses, o eucalipto 1528 em espaçamento 7x2m apresentou desempenho superior à acácia e baru para $G (\text{m}^2.\text{plt}^{-1})$ e também para $G (\text{m}^2.\text{ha}^{-1})$.

De modo geral, os desempenhos de crescimento para as espécies são considerados satisfatórios ao comparar com o trabalho realizado por Oliveira et al. (2009) estudando diferentes arranjos para o sistema agrossilvipastoril e Souza et al. (2004), ao encontrarem em espaçamento 3x2m área basal de $15,00 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ para clones de *Eucalyptus grandis* x *E.urophylla* aos 4 anos pós plantio. Heriansyah et al. (2007), em estudos realizados na Indonésia com *Acacia mangium* em espaçamento 3x2m encontrou $8,78 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ aos 3 anos pós-plantio.

Ao estudar o efeito do espaçamento para cada espécie, pode-se observar que à acácia não apresentou diferença estatística entre os espaçamentos estudados até aos 36 meses pós plantio em área basal por planta, ou seja, o desenvolvimento por indivíduo foi igual para ambos espaçamentos. Entretanto, aos 43 meses pós plantio os indivíduos inseridos no espaçamento 7x2m demonstraram desempenho em $G (\text{m}^2.\text{plt}^{-1})$ superior aos exemplares em espaçamento 3x2m.

Tabela 17 Área basal das espécies estudadas, em (m².plt⁻¹) e (m².ha⁻¹), para os espaçamentos 3x2m e 7x2m, avaliados aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses pós plantio

Tempo (meses)	Espaçamento (m)	Acácia	Baru	Eucalipto 1528	Acácia	Baru	Eucalipto 1528
		G (m ² .plt ⁻¹)	G (m ² .plt ⁻¹)	G (m ² .plt ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)	G (m ² .ha ⁻¹)
12	3x2	0,001880 Aa	----- Ba	0,001262 Aa	3,13 Aa	---- Ba	2,11 Aa
	7x2	0,001816 Aa	----- Ba	0,001524 Aa	1,29 Ab	---- Ba	1,09 Aa
18	3x2	0,003015 Aa	0,000011 Ba	0,003732 Aa	5,03 Aa	0,02 Ba	6,22 Aa
	7x2	0,002802 Aa	0,000008 Ba	0,003749 Aa	2,00 Ab	0,01 Ba	2,68 Ab
31	3x2	0,007186 Aa	0,000106 Ba	0,007148 Ab	11,98 Aa	0,18 Ba	11,92 Aa
	7x2	0,008279 Aa	0,000139 Ba	0,010220 Aa	5,91 Ab	0,10 Ba	7,30 Ab
36	3x2	0,008800 Aa	0,000104 Ba	0,008713 Ab	14,67 Aa	0,17 Ba	14,53 Aa
	7x2	0,010030 Ba	0,000161 Ca	0,012780 Aa	7,17 Bb	0,11 Ca	9,13 Ab
43	3x2	0,010980 Ab	0,000127 Ba	0,010090 Ab	18,29 Aa	0,22 Ba	16,81 Aa
	7x2	0,013520 Ba	0,000237 Ca	0,016280 Aa	9,66 Bb	0,17 Ca	11,63 Ab

* Letras minúsculas referem-se a comparação entre espaçamento para cada espécie onde, as médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Fisher a 5%. ** Letras maiúsculas referem-se a comparação entre espécies para cada espaçamento, onde médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não difere entre si, pelo teste Tukey a 5%.



Ao extrapolar os resultados de G ($m^2.plt^{-1}$) para hectare, a acácia em espaçamento 3x2m apresentou maior área basal que os indivíduos inseridos no espaçamento 7x2m ao longo de todo o período avaliado.

Os resultados obtidos para a acácia demonstram que arranjos com maior quantidade de árvores por hectare resultam em maior quantidade de madeira. Porém, ao passar do tempo, os arranjos com maior quantidade de árvores apresentaram tendência decrescente para o crescimento, enquanto arranjos com menor quantidade de indivíduos continuam se desenvolvendo.

Oliveira et al. (2015a), ressaltam que a *Acacia mangium* em espaçamento amplo apresentou resultados superiores ao comparado com espaçamentos menores, uma vez que a maioria das espécies florestais de rápido crescimento possui respostas crescentes em área basal por planta, as quais, geralmente, correlacionam-se com o aumento nos espaçamentos de plantio (MAGALHÃES et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2009).

O desempenho obtido pelo eucalipto 1528 em diferentes espaçamentos para a área basal por planta demonstrou que aos 12 e 18 meses o crescimento dos exemplares foram iguais em ambos espaçamentos. Após os 18 meses o eucalipto 1528 inserido em espaçamento 7x2m apresentou desenvolvimento em G ($m^2.plt^{-1}$) superior ao espaçamento 3x2m.

Entretanto ao extrapolar a G ($m^2.plt^{-1}$) para hectare, o eucalipto 1528 em espaçamento 3x2m após o 18 mês de avaliação apresentou maior área basal por hectare ao comparado com o espaçamento amplo, sendo este resultante do maior número de exemplares por hectare.

Os resultados encontrados para área basal por planta e por hectare assemelham-se com os obtidos por Oliveira et al. (2009) e Oliveira et al. (2015a), que encontraram para o eucalipto em espaçamento amplo valores superiores de área basal por planta após os 18 meses de plantio e resultados inferiores ao extrapolar para hectare.



O desempenho obtido pela acácia e eucalipto 1528 constata a afirmação de Macedo, Vale e Venturin (2010), ao salientarem que o equilíbrio produtivo entre os povoamentos florestais em diferentes arranjos, com o passar do tempo, indica a possibilidade dos arranjos com maiores espaços entre plantas e entrelinhas superarem a área basal dos plantios mais adensados.

Dentre as espécies estudadas o baru ao observar o desempenho entre espaçamentos apresentou resultados iguais tanto para a variável resposta G ($m^2.plt^{-1}$) como para G ($m^2.ha^{-1}$) ao longo de todo período avaliado. Esses resultados demonstram que no desenvolvimento inicial dos exemplares o espaçamento não influenciou na obtenção de maior ou menor área basal.

Conforme Botelho (1998), plantas em desenvolvimento inicial requerem principalmente disponibilidade de calor e umidade. Logo, se estes fatores estão disponíveis em quantidade adequada, alta e baixa densidade de plantas são suportadas por qualquer sítio, o que explica o desempenho igual para o baru em ambos espaçamentos.

Os efeitos dos espaçamentos para cada espécie são observados na Figura 14, ao representar o crescimento da acácia, do baru e do eucalipto 1528 para cada espaçamento.

Ao observar a Figura 14, nota-se que nos espaçamentos $3 \times 2m$ e $7 \times 2m$ a acácia, o baru e o eucalipto 1528 apresentam comportamento linear, ou seja, as espécies estão em pleno desenvolvimento para ambos espaçamentos estudados.

Contudo, a acácia e o eucalipto apresentaram desempenhos superiores no espaçamento $7 \times 2m$ para G ($m^2.plt^{-1}$) e no espaçamento $3 \times 2m$ para G ($m^2.ha^{-1}$), enquanto para o baru os espaçamentos não proporcionaram diferença no desenvolvimento em área basal por planta e por hectare.

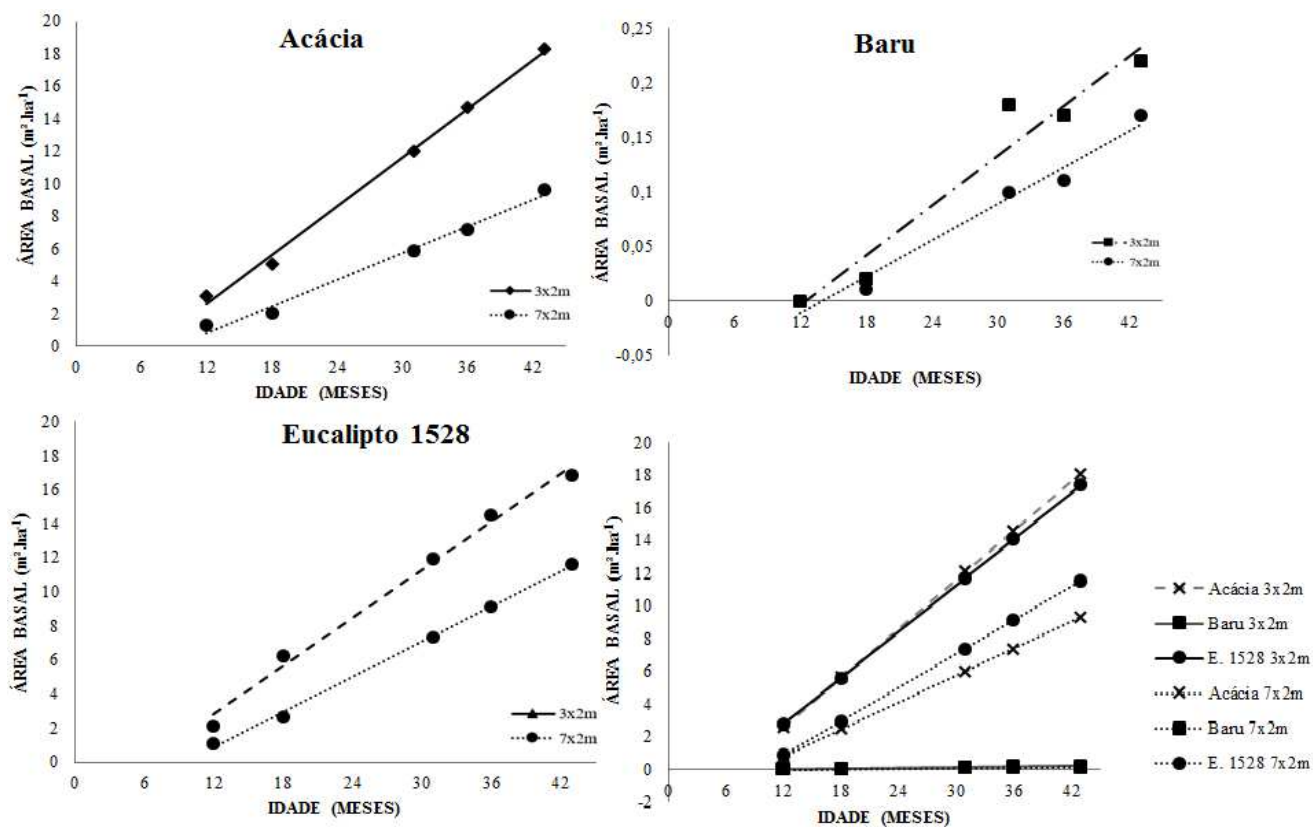


Figura 14 Regressão do desdobramento da interação do tempo, espécie e espaçamento para a variável resposta área basal (m².ha⁻¹)



Ao observar a Figura 15, nota-se que para todas as espécies o diâmetro no espaçamento 7x2m apresentam-se superiores que os encontrados nos espaçamentos 3x2m aos 43 meses, como discutido no item diâmetro à altura do peito.

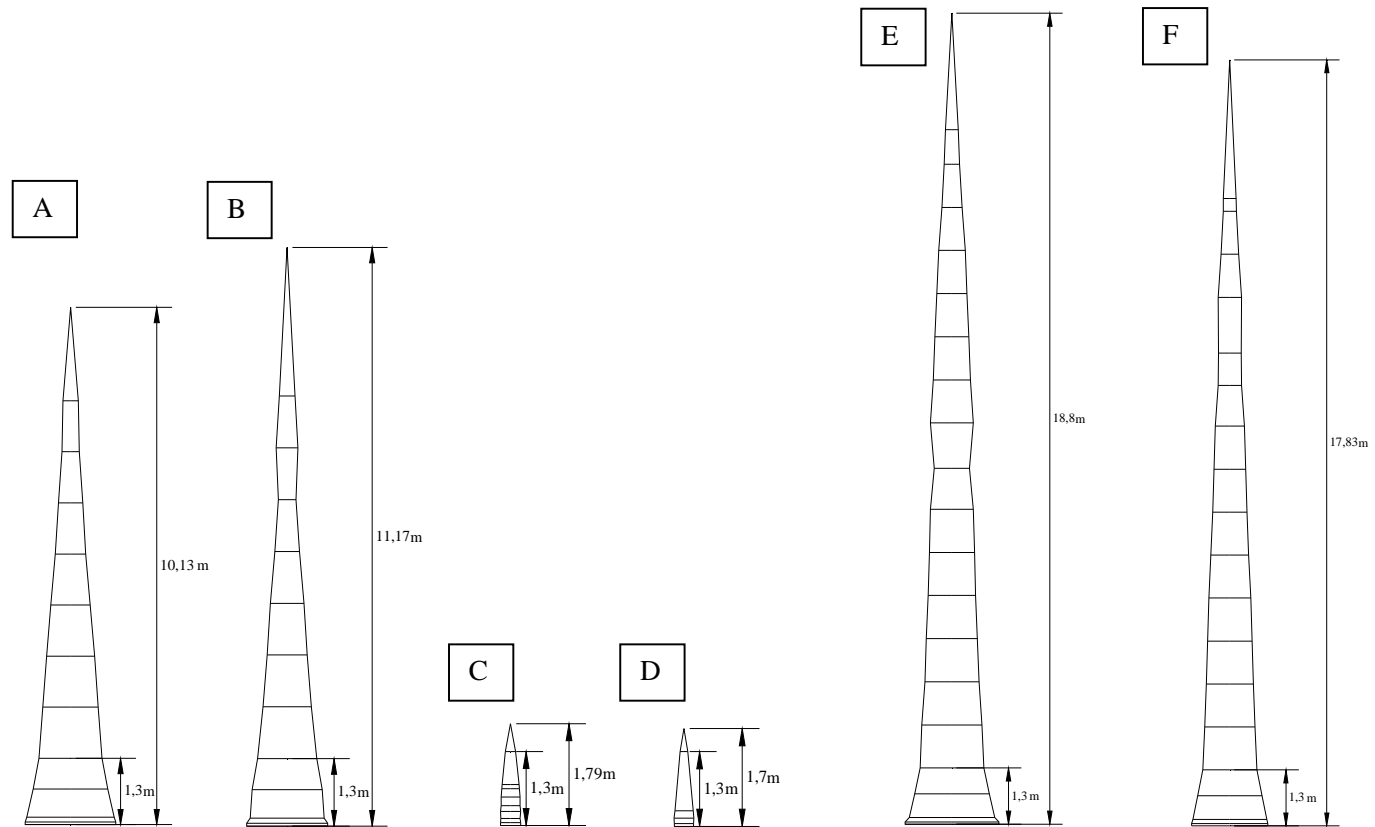


Figura 15 Representação da forma das árvores amostradas em campo pelo método de Smalian, onde A) Acácia espaçamento 7x2m, B) Acácia espaçamento 3x2m, C) Baru espaçamento 7x2m, D) Baru espaçamento 3x2m, E) Eucalipto 1528 espaçamento 7x2m e F) Eucalipto 1528 espaçamento 3x2m



Ademais, a conicidade do fuste é uma característica que pode ser influenciada pelo espaçamento e conseqüentemente apresentar influência na produção real de madeira, pelo seu efeito principalmente sobre a altura (BOTELHO, 1998).

O resultado encontrado para a acácia foi similar aos estudos de Veiga, Carvalho e Brasil (2000), ao encontrarem o fator de forma de 0,47 para *Acacia mangium* em espaçamento 3x2m, demonstrando assim que a espécie apresenta forma igual a outros sítios.

O fator de forma encontrado para o baru é considerado muito alto, reflexo desse, do comportamento de crescimento, que indica menor desempenho e estágio inicial de desenvolvimento para a espécie aos 43 meses. Esse crescimento favorece a obtenção de índice alto e demonstra que os exemplares estão em forma cônica.

Conforme Carvalho (2005), plantas jovens possuem maior predominância de crescimento apical, o que explica a forma cônica de muitas espécies como o pinheiro-do-paraná enquanto jovens.

Os resultados obtidos para o eucalipto 1528 aos 43 meses são considerados satisfatórios ao comparado com Miranda, Bernardinho Junior e Gouveia (2015), que encontraram para o *Eucalyptus urograndis* fator de forma de 0,54 aos 30 meses em espaçamento 4x2m. Entretanto, Oliveira et al. (1999), salienta que o valor utilizado para estimar o volume nos estados do Paraná e Minas Gerais é de 0,45, sendo esses obtidos entre 10 e 20 anos.

De modo geral, nota-se que as diferenças encontradas entre os fatores de forma são resultantes da influência da espécie, do potencial do sítio, espaçamento utilizado e idade do povoamento avaliado.

Com a obtenção do fator de forma para a acácia, baru e eucalipto 1528 em arranjo de 3x2m e 7x2m, pode-se obter o volume por árvore e,



posteriormente, estimá-lo para hectare, (Tabela 19). O resumo da análise de variância encontra-se na (Tabela 18A e 19A anexo).

Ao observar o desempenho entre espécie em cada espaçamento o eucalipto 1528 apresentou volume ($0,195350\text{m}^3.\text{plt}^{-1}$ e $224,21\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) superior a acácia e ao baru aos 43 meses, demonstrando assim, a rusticidade e o rápido desenvolvimento da espécie.

Souza et al. (2004), estudando o comportamento de diferentes clones de eucalipto em espaçamento 3x2m encontrou aos 4 anos média de $181,26\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, sendo este resultado inferior ao obtido para o eucalipto 1528 para Lavras, MG.

Tabela 19 Volume por planta e hectare para a Acácia, Baru e Eucalipto 1528 em diferentes espaçamentos aos 43 meses

Espaçamento (m)	Acácia	Baru	Eucalipto 1528	Acácia	Baru	Eucalipto 1528
	Volume ($\text{m}^3.\text{plt}^{-1}$)	Volume ($\text{m}^3.\text{plt}^{-1}$)	Volume ($\text{m}^3.\text{plt}^{-1}$)	Volume ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	Volume ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	Volume ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)
3x2	0,041850Ba	0,000475Ca	0,134550Ab	69,76 Ba	0,81 Ca	224,21 Aa
7x2	0,057200Ba	0,000675Ca	0,195350Aa	40,85 Ba	0,48 Ca	139,54 Ab

* Letras minúsculas referem-se a comparação entre espaçamento para cada espécie onde, as médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Fisher a 5%. ** Letras maiúsculas referem-se a comparação entre espécies para cada espaçamento, onde médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não difere entre si, pelo teste Tukey a 5%.

Heriansyah et al (2007), ao estudar o desempenho da *Acacia mangium* em espaçamento 3x2m na indonésia encontrou $40,38\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ aos 3 anos. De modo geral, os resultados obtidos são considerados satisfatórios e exprimem o potencial do eucalipto e acácia, visto que ambas espécies demonstram rápido crescimento para a região.

Ao analisar a Tabela 19, nota-se que a acácia e o baru não apresentaram diferença em volume por árvore e hectare para os espaçamentos estudados. Já o eucalipto 1528 em espaçamento amplo demonstrou melhor desempenho em



volume por árvore ao comparado com o menor espaçamento. Resultados iguais foram encontrados por Oliveira et al. (2009), ao concluírem que o aumento da área útil por árvore promove volumes individuais maiores.

Ao extrapolar o volume para hectare, o eucalipto 1528 demonstrou maior volume no espaçamento 3x2m, sendo esse decorrente ao maior número de exemplares por área, que acarretou em maior volume final de madeira.

Conforme Botelho (1998), espaçamentos menores apresentam estagnação do crescimento mais rápido, sendo necessário realizar o desbaste para aumentar o incremento em volume, enquanto nos espaçamentos amplos o crescimento continua ao ponto de igualar e superar o volume das áreas com menor espaçamento. Árvores implantadas em maior área útil apresentam produto final mais lucrativo e permitem menor exportação de nutrientes do sistema, devido a deposição de serapilheira.

De modo geral, o desempenho do eucalipto 1528 em área útil de 14 m² é recomendado para a região, uma vez que este espaçamento pode ser implantado em sistemas silvipastoril, favorecendo a obtenção de madeira para fins mais nobres ao comparado com espaçamentos adensados. Contudo, pode-se notar que as espécies apresentaram grande potencial de desenvolvimento e adaptação para a região, sendo que o eucalipto 1528 em espaçamento 7x2m apresentou maior volume por planta e o 3x2m maior volume por hectare.

3.6 Área de projeção de copa

Os indivíduos de eucalipto 1528, acácia e baru, plantados em janeiro de 2012 se desenvolveram e ao fim de três anos e meio, apresentaram interação significativa para área de copa por planta (m².plt⁻¹) e hectare (m².ha⁻¹), sendo o resumo da análise de variância disposta na (Tabela 20A e 21A anexo) e a comparação de médias dispostas na (Tabela 20).

Tabela 20 Área de projeção de copa para as espécies estudadas, em (m².plt⁻¹) e (m².ha⁻¹), nos espaçamentos 3x2m e 7x2m, avaliados aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses pós-plantio

Tempo (meses)	Espaçamento (m)	Acácia	Baru	Eucalipto 1528	Acácia	Baru	Eucalipto 1528
		APC (m ² .plt ⁻¹)	APC (m ² .plt ⁻¹)	APC (m ² .plt ⁻¹)	APC (m ² .ha ⁻¹)	APC (m ² .ha ⁻¹)	APC (m ² .ha ⁻¹)
12	3x2	3,04 Ba	0,06 Ca	5,60 Aa	5.066,68 Ba	91,67 Ca	9.329,19 Aa
	7x2	2,94 Ba	0,09 Ca	5,71 Aa	2.100,95 Bb	64,26 Ca	4.082,29 Ab
18	3x2	7,08 Aa	0,24 Ca	3,23 Ba	11.800,00 Aa	400,00 Ca	5.383,34 Ba
	7x2	6,89 Aa	0,38 Ca	4,05 Ba	4.921,25 Ab	262,39 Ca	2.893,48 Bb
31	3x2	12,32 Ab	0,32 Ca	7,49 Bb	20.533,00 Aa	533,33 Ca	12.488,00 Ba
	7x2	14,08 Aa	0,46 Ca	9,15 Ba	10.051,34 Ab	330,22 Ca	6.538,45 Bb
36	3x2	12,50 Ab	0,18 Ca	7,90 Bb	20.840,00 Aa	304,17 Ca	13.179,00 Ba
	7x2	15,06 Aa	0,35 Ca	9,63 Ba	10.753,53 Ab	249,90 Ca	6.877,44 Bb
43	3x2	12,50 Ab	0,44 Ca	8,13 Bb	20.840,00 Aa	729,17 Ca	13.554,00 Ba
	7x2	18,04 Aa	0,63 Ca	11,29 Ba	12.882,35 Ab	449,82 Ca	8.061,06 Bb

* Letras minúsculas referem-se a comparação entre espaçamento para cada espécie onde, as médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, não difere entre si, pelo teste Fisher a 5%. ** Letras maiúsculas referem-se a comparação entre espécies para cada espaçamento, onde médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula, na linha, não difere entre si, pelo teste Tukey a 5%.



Aos 12 meses o eucalipto 1528 em ambos espaçamentos apresentou maior área de copa por planta (APC $\text{m}^2.\text{plt}^{-1}$) e por hectare (APC $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) do que a acácia e o baru. Já aos 18, 31, 36 e 43 meses a acácia demonstrou maior crescimento em APC ($\text{m}^2.\text{plt}^{-1}$) e APC ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) ao comparado com o eucalipto 1528 e o baru.

De modo geral, observa-se que aos 12 meses o eucalipto 1528 se desenvolveu mais em área de copa e menos em área basal, enquanto a acácia apresentou maior área basal e menor área de copa. Entretanto, após os 12 meses o desenvolvimento das duas espécies foi inverso, de modo, a obter maior ganho em APC ($\text{m}^2.\text{plt}^{-1}$) para a acácia ao comparado ao eucalipto.

Dentre as espécies estudadas, observou-se que a acácia apresentou maior APC ($\text{m}^2.\text{plt}^{-1}$) e APC ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) que o eucalipto e baru. Essa característica da acácia, aliada ao constante crescimento, exprime a necessidade de realização de tratamentos silviculturais para promover maior incidência de luz e melhor característica do fuste. Souza et al. (2004) e Krisnawati, Kallio e Kanninen (2011), a espécie apresenta grande quantidade de fuste por hectare.

Miranda e Valentim (2000), ao compararem o desempenho de doze espécies arbóreas encontraram maior área de copa para a *Acacia mangium*, demonstrando, que o crescimento em área de copa, além do bom desenvolvimento em DAP e altura é considerada uma das características dessa espécie.

Ao estudar o efeito de cada espaçamento para cada espécie, pode-se notar que o eucalipto 1528 e a acácia apresentaram a partir dos 31 meses maior área de copa por planta para o espaçamento 7x2m. Porém, diferente das duas espécies, o baru em ambos espaçamentos não alterou estatisticamente o desempenho da APC ($\text{m}^2.\text{plt}^{-1}$) e APC ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) ao longo de todo o período avaliado.



Ao observar a área de copa por hectare para cada espaçamento e espécie, nota-se que o eucalipto 1528 e a acácia em espaçamento 3x2m apresentaram APC ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) superior ao espaçamento 7x2m.

Esses resultados demonstram que árvores situadas em espaçamentos mais amplos produzem maior área de copa por planta, mas menor quantidade comparada com a área total em espaçamentos adensados.

Segundo Macedo, Vale e Venturin (2010), a energia solar é aproveitada de diversas formas pelas espécies, sendo que a medida que aumenta a densidade de árvores diminui a radiação no sub-bosque em decorrência a interceptação das copas.

Conforme Oliveira (2005), as copas das árvores em espaçamento amplo apresentam melhor distribuição ao longo do tronco em razão da desrama de galhos inferiores serem mais tardios. Este retardamento deve ser um reflexo da arquitetura da copa e do não fechamento do dossel, o que permite maior exploração das folhas da base da copa a uma quantidade de radiação superior àquela correspondente a seu ponto de compensação lumínico.

No entanto, quando a finalidade do povoamento florestal for obtenção de madeiras para serraria, deve-se ocorrer intervenção silvicultural, através da utilização de desrama (OLIVEIRA NETO et al., 2010).

Dessa forma, os resultados encontrados demonstram a estagnação do crescimento para área de copa da *Acacia mangium*, sendo este um fator notório para a realização de desrama nos exemplares encontrados em espaçamento 3x2m.

Ao pensar em sistemas silvipastoris as copas das árvores introduzidas nesse sistema devem, no máximo, sombrearem de 10 a 40% da área de pastagem, de modo a não afetar o comportamento das forrageiras em consórcio (ANDRADE, SALMAN e OLIVEIRA, 2012). Já Castro et al. (2009), concluíram que entre 29% a 45% de sombreamento a *B. decumbens* obteve

ganhos em altura e massa seca, sendo que em sistemas silvipastoril com espécie arbórea leguminosa houve incremento positivo nos teores de proteína bruta no pasto por hectare em função do aumento do sombreamento.

Segundo Macedo, Vale e Venturin (2010), a quantidade de luz disponível para o crescimento das forragens que compõem o sub-bosque de um sistema silvipastoril com eucalipto pode determinar o potencial de produção do sistema. A quantidade de luz pode ser controlada com espaçamentos mais amplos, seleção de espécies com copas pouco densas, forragem tolerante ao sombreamento e operações de manejo.

Atendendo essa demanda, nota-se que o eucalipto 1528 demonstra grande potencial para introdução nesse sistema, devido seu desempenho em crescimento e a presença de copas pouco densas. Ao se utilizar a acácia é fundamental realizar desramas com o intuito de favorecer o percentual de até 45% de sombreamento das pastagens, sendo que um dos pontos positivos dessa espécie é a grade fixação de nitrogênio, que proporciona aumento na produção de forrageiras.

3.7 Dinâmica de crescimento

A dinâmica de crescimento das espécies avaliadas, ao longo de três anos, é apresentada pelo estudo do incremento em altura (Figura 16), incremento em diâmetro à altura do peito, incremento em área basal por hectare para os espaçamentos 3x2m e 7x2m.

Ao observar a Figura 16, o eucalipto 1528 em ambos espaçamentos demonstrou desempenho em incremento médio anual em altura ($IMA_H \text{ m.ano}^{-1}$) e em incremento corrente anual em altura ($ICA_H \text{ m.ano}^{-1}$) superior a acácia e o baru para os três anos de avaliação.

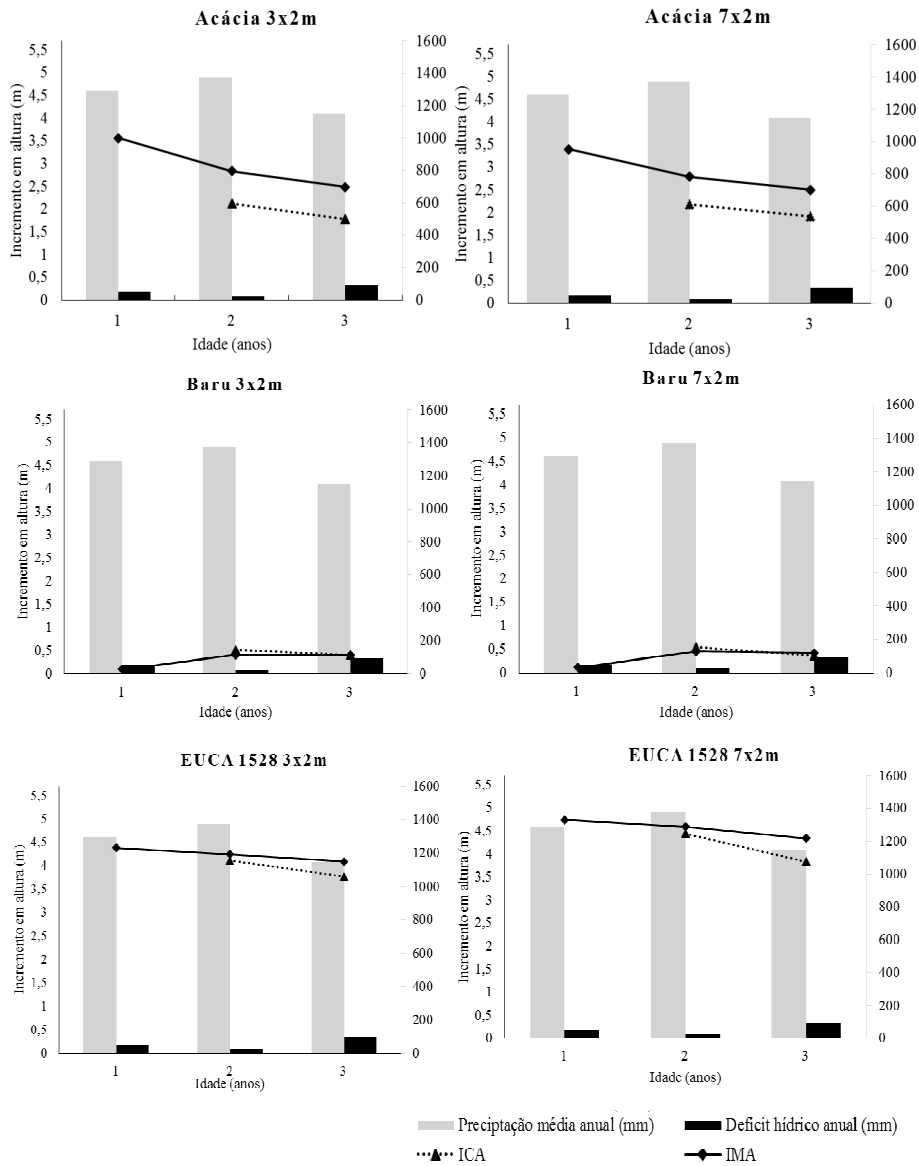


Figura 16 Curvas de incremento médio anual e incremento corrente anual sobre a precipitação média anual e o déficit hídrico anual para a variável resposta altura da acácia, baru e eucalipto 1528 em espaçamento 3x2m e 7x2m



Os resultados obtidos para Lavras - MG são considerados satisfatórios ao comparados com outros trabalhos, visto que Souza et al. (2010), ao estudarem o comportamento de diferentes espécies, em Manaus, encontraram 2,5 m.ano⁻¹ de IMA_H para a *Acacia mangium*. Para o eucalipto Souza et al. (2004), ao estudarem o desempenho de clones de *Eucalyptus* sp. encontraram 3,94 m.ano⁻¹ de IMA_H, enquanto para o baru Oliveira et al. (2015b), encontraram 0,19 m.ano⁻¹ de IMA_H.

Ao analisar o desempenho das espécies para cada espaçamento ao longo do tempo, notou-se que após o primeiro ano a acácia e o eucalipto 1528 em ambos espaçamentos apresentaram queda em IMA_H e ICA_H, sendo que o baru em ambos espaçamentos demonstrou queda em ICA_H apenas após o segundo ano. Porém, apesar da queda em IMA_H e ICA_H o desempenho da acácia, baru e eucalipto no espaçamento 7x2m foi superior ao espaçamento 3x2m.

Ademais, pode-se deduzir ao realizar o balanço climatológico, que a redução em IMA_H e ICA_H ocorreu, provavelmente, pela baixa precipitação e acentuado déficit hídrico encontrado entre o segundo e terceiro ano do povoamento. Entretanto, nota-se que o baru manteve seu desempenho com a baixa precipitação, uma vez que a espécie ocorre no Cerrado e está mais adaptada as condições impostas.

A proximidade dos sistemas radiculares das plantas acirra a competição por água em espaçamentos mais adensados, visto que a maior oferta de água favorece o desempenho dos exemplares (FERREIRA et al., 2014; STAPE et al., 2010).

A disponibilidade dos fatores bióticos e abióticos influenciam no crescimento, vigor e sobrevivência dos exemplares alocados em espaçamentos diferentes (BOTELHO, 1998).

Leles et al., (1998), ao estudarem as relações hídricas e o desempenho de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes



espaçamentos na região de Cerrado, relataram que espaçamentos adensados, como 3x2m e 3x1m, não são recomendados para locais com competição por água entre plantas, pois espécies implantadas nesses espaçamentos não conseguem recuperar o potencial hídrico ao final da tarde, demonstrando assim, que estas plantas estavam em competição por água.

Dessa forma, nota-se que as espécies em espaçamento amplo apresentaram maior incremento em altura, visto que a limitação de água aumenta a competição intraespecífica em menores espaçamentos, restringindo o crescimento. Enquanto, em espaçamentos mais amplos a disponibilidade de água por unidade de planta é maior ao comparado com espaçamentos menores, de modo, a favorecer o desempenho desses exemplares.

Além da altura foram analisados o incremento médio anual em DAP (IMA_D $cm.ano^{-1}$) e o incremento corrente anual em DAP (ICA_D $cm.ano^{-1}$), (Figura 17) para a acácia, baru e eucalipto 1528 em espaçamentos 3x2m e 7x2m, ao longo de três anos.

Ao analisar a Figura 17, nota-se que a acácia em ambos espaçamentos apresentou IMA_D superior ao eucalipto 1528 no primeiro ano do povoamento. Porém, após o segundo ano o eucalipto 1528 apresentou IMA_D e ICA_D superiores à acácia e baru.

Esses resultados demonstram que as espécies se adaptaram as condições edafoclimáticas de Lavras - MG, uma vez que Oliveira et al. (2015b), estudando o crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação do Cerrado, encontraram $0,32 m.ano^{-1}$ para o baru.

Souza et al. (2010), analisaram o comportamento de espécies florestais e encontraram para a *Acacia mangium* $3,2 cm.ano^{-1}$ de incremento em DAP aos 6 anos, sendo este inferior ao encontrado no presente estudo. Já Souza et al. (2004), ao estudarem o desempenho da *Acacia mangium* e de clones de



eucalipto encontraram $2,38 \text{ cm.ano}^{-1}$ de IMA_D para os clones de eucalipto e $2,4 \text{ cm.ano}^{-1}$ de IMA_D para a acácia aos 4 anos.

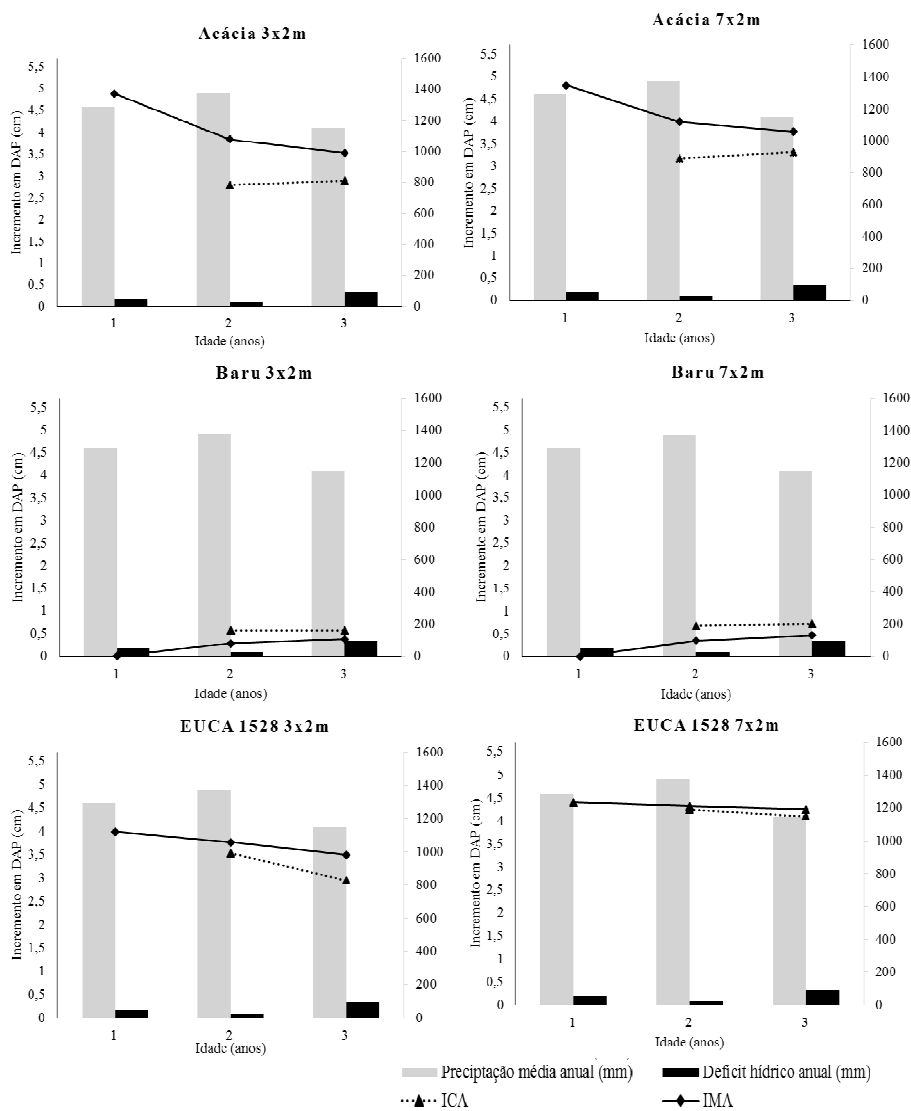


Figura 17 Curvas de incremento médio anual e incremento corrente anual sobre a precipitação média anual e o déficit hídrico anual para a variável



resposta DAP da acácia, baru e eucalipto 1528 em espaçamento 3x2m e 7x2m

Demolinari et al. (2007), estudando clones de eucalipto não desbastados na região de Monte Dourado, PA, encontraram $1,6 \text{ cm.ano}^{-1}$ de ICA_D em espaçamento 3x3m, onde esses valores demonstram que as espécies estudadas apresentaram resultados satisfatórios para o incremento em DAP.

Ao analisar o desempenho da acácia para cada espaçamento, ao longo do tempo, notou-se que o espaçamento 7x2m apresentou maior incremento quando comparado com o espaçamento 3x2m. Entretanto, obteve-se queda em IMA_D e aumento em ICA_D após o primeiro ano.

O eucalipto 1528 em espaçamento 7x2m apresentou IMA_D e ICA_D superiores ao espaçamento 3x2m. Ademais, notou-se que em espaçamento amplo ocorreu menor queda em IMA_D e ICA_D ao comparado com o espaçamento mais adensado.

O baru em ambos espaçamentos apresentou crescimento em IMA_D e ICA_D ao longo do tempo, uma vez que a espécie apresenta crescimento mais lento ao comparado com as espécies estudadas e conseqüentemente, menor competição por água.

Os resultados encontrados para a acácia e eucalipto 1528 demonstram que espaçamentos amplos favorecem o desenvolvimento em diâmetro, ou seja, que o aumento do espaçamento promove maior crescimento secundário, gerando assim, diâmetros maiores.

A redução em IMA_D para a acácia e ICA_D e IMA_D para eucalipto 1528 pode ter ocorrido pela baixa precipitação e déficit hídrico apresentado entre o segundo e terceiro ano. Mas, ao observar o desempenho das espécies nos espaçamentos, nota-se que o exemplares em espaçamentos amplos apresentaram maior incremento que os contidos em espaçamentos adensados.



Ferreira et al. (2014), ao estudarem o crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos encontraram maior IMA_D em espaçamentos mais amplos.

Conforme Oliveira Neto et al. (2010) e Oliveira et al. (2009), em plantios com espaçamentos mais adensados, acentua-se a demanda por fatores de crescimento, gerando assim, elevada competição intraespecífica e conseqüentemente, produção de madeira com diâmetros menores. Essa afirmação se assemelha com o presente estudo, onde encontrou maior taxa de incremento em diâmetro para os espaçamentos amplos ao comparado com espaçamentos mais densos.

Fato esse, explicado por Botelho (1998), ao salientar que após alguns anos de crescimento ocorre um aumento na demanda por água, luz e nutrientes em espaçamentos densos, favorecendo assim, a competição e o declínio do crescimento.

De modo geral, pode aferir que o maior desempenho em IMA_D e ICA_D ocorreu em espaçamentos amplos, pois nestes há maior área útil disponível por planta e conseqüentemente, maior disponibilidade de água por indivíduo em relação a espaçamentos adensados. Estes efeitos são mais sentidos com a baixa precipitação e aumento de déficit hídrico, condições essas, limitantes para o desenvolvimento das espécies.

Além do DAP, analisou-se também o incremento médio anual em área basal por hectare (IMA_G m².ha⁻¹.ano⁻¹) e o incremento corrente anual em área basal por hectare (ICA_G m².ha⁻¹.ano⁻¹), (Figura 18) para a acácia, baru e eucalipto 1528 em espaçamento 3x2m e 7x2m, ao longo de três anos.

Ao analisar a Figura 18, nota-se que o eucalipto 1528 em espaçamentos menores apresentou resultados em ICA_G superiores ao comparado com as demais espécies, enquanto a acácia em espaçamento adensado apresentou maior desempenho em IMA_G ao comparado com as demais espécies.

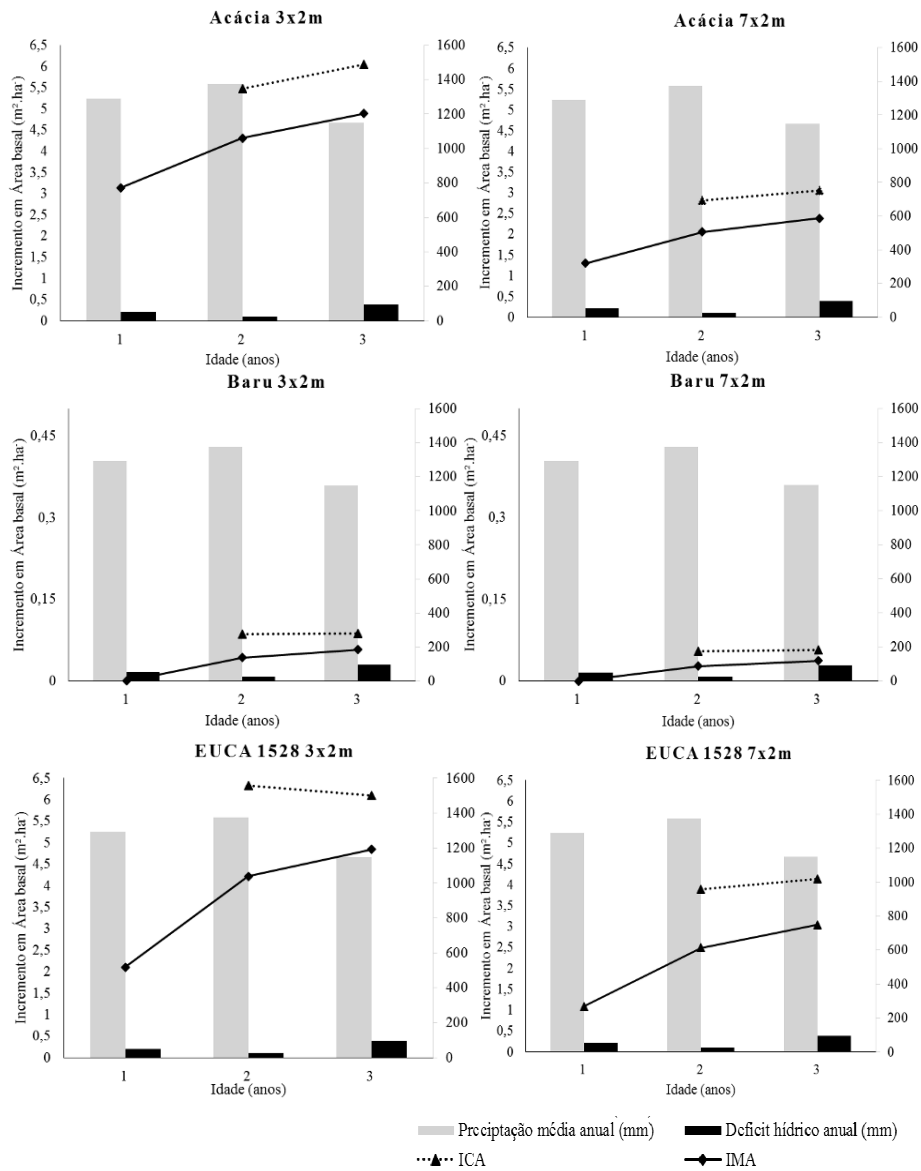


Figura 18 Curvas de incremento médio anual e incremento corrente anual sobre a precipitação média anual e o déficit hídrico anual para a variável resposta área basal ($m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$) da acácia, baru e eucalipto 1528 em espaçamento 3x2m e 7x2m



Conforme Rodrigues, 1991 e Morais Filho et al. (2003), o incremento médio anual expressa a razão entre a produção do elemento dendrométrico considerado a partir do ano zero e a idade da população florestal, enquanto o incremento corrente anual expressa o crescimento ocorrido no período de um ano.

Desse modo, pode-se aferir que no segundo e no terceiro ano a acácia aumentou a taxa de incremento em área basal por hectare e o eucalipto 1528 apresentou redução em ICA_G para o espaçamento mais adensado. Dessa forma, ao considerar a média do incremento ao longo do tempo a acácia obteve resultados médios superiores.

Fato esse, salientado por Botelho (1998), ao afirmar que o máximo de incremento corrente anual ocorre mais cedo em povoamentos menos espaçados, apresentando altos valores na fase inicial e um decréscimo acentuado após o máximo ICA, sendo esse resultado observado para o eucalipto 1528 em espaçamento 3x2m.

Os incrementos obtidos para as espécies estudadas em ambos espaçamentos são considerados satisfatórios ao comparado com trabalhos de Souza (2004), estudando o desempenho de clones de eucaliptos e acácia, Heriansyah et al. (2007), em experimentos com acácia na Indonésia, Demolinari et al. (2007) e Muller et al. (2005), ao ensaiarem experimentos com eucalipto.

Ao comparar o desempenho de cada espécie em cada espaçamento, notou-se que em todo o período avaliado os espaçamentos menores resultaram em maior área basal ($m^2 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$) que os espaçamentos amplos, pois, espaçamentos adensados contém maior número de árvores por hectare e conseqüentemente, possibilitam maior área basal ao comparado com espaçamentos amplos.

O eucalipto 1528, em espaçamento 3x2m, apresentou queda em ICA_G ao comparado com o espaçamento 7x2m. Esse resultado demonstra que os



exemplares, provavelmente, entraram em competição por água e luz após o segundo ano, estimulando assim, a redução do crescimento secundário e o decréscimo do incremento corrente anual para a espécie.

A queda em ICA_G ocorreu provavelmente pela baixa precipitação e aumento no déficit hídrico após o segundo ano, que estimulou a competição por água no espaçamento adensado, ou seja, em área útil menor ocorreu maior competição intraespecífica.

Os resultados obtidos para o balanço climatológico entre 2012 a 2015 (ano de 2015 balanço climatológico até julho) constata queda em precipitação, pois ao observar os valores encontrados por Dantas et al. (2007), para a série histórica de 1961-1990, os autores encontraram precipitação média anual de 1.530,0 mm e déficit hídrico de 30 mm.

Pode-se aferir que a superioridade em área basal ($m^2 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$) no espaçamento adensado ocorreu pela maior quantidade de indivíduos por área ao comparados com os espaçamentos amplos.

Segundo Botelho (1998) e Oliveira et al. (2009), a diferença volumétrica de um espaçamento para outro é dependente apenas do tempo requerido para se obter plena ocupação do sítio, havendo tendência de produção máxima por unidade de área semelhante para todos os espaçamentos. Os autores, salientam que em espaçamentos mais amplos espera-se obter, ao fim da rotação, uma produção similar àquela obtida em espaçamentos menores.

Dessa forma, compreende-se a importância da escolha do espaçamento para cada espécie ao realizar uma implantação. Conforme Macedo, Vale e Venturin (2010), deve-se enfatizar a necessidade de definir o comportamento das espécies ou clones mais produtivos e adaptados as diferentes condições edafoclimáticas presentes no Brasil e submetidos a diferentes arranjos estruturais, espaçamento e manejo, sendo necessário observar o desempenho das forrageiras submetidas as diferentes condições e porcentagens de sombreamento.



De modo geral, para a variável altura, notou-se que com a redução da precipitação média anual e o aumento do déficit hídrico promoveu-se a redução em incremento corrente anual e em incremento médio anual para todas as espécies. Esse resultado demonstra que esses fatores influenciaram negativamente no processo de crescimento das espécies estudadas, pois com a competição por água o desempenho em altura reduziu.

Para a variável resposta DAP, em ambos espaçamentos houve queda em incremento médio anual para o eucalipto 1528 e acácia, sendo que a acácia e o baru apresentaram pequenos acréscimos em incremento corrente anual. Já para a variável área basal por hectare houve um acréscimo para todas espécies, porém, para o eucalipto 1528 ocorreu redução em incremento corrente anual no espaçamento adensado, sendo este fato ocorrido provavelmente pela competição por água entre os indivíduos, devido à baixa precipitação e o aumento do déficit hídrico.

Contudo, os resultados em incremento demonstram que a precipitação e o déficit hídrico influenciaram negativamente no incremento médio anual e incremento corrente anual para o desempenho das espécies e que espaçamentos amplos possibilitam maior crescimento secundário.

4 CONCLUSÕES

A acácia, eucalipto 1528 e baru apresentaram adaptação as condições edafoclimáticas da região. Porém, o eucalipto 1528 foi a espécie que obteve maior taxa de incremento, ao longo do tempo.

Dentre os espaçamentos testados, o espaçamento 7x2m promoveu melhor crescimento para todas as espécies.



O crescimento em diâmetro à altura do peito foi maior em espaçamento 7x2m para todas as espécies, constatando assim, que maior área útil promove maior crescimento secundário.

A taxa de crescimento diminuiu no espaçamento 3x2m após o segundo ano. E o maior espaçamento propiciou maior volume individual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift. Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. **Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. Brasília: Embrapa, 2012. 345 p.

BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, MG, v. 2, n. 1, p. 43-52, 1996.

CARVALHO, A.M.M.L. **Parte I: Estrutura anatômica da Madeira**. Viçosa: Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 44p.

CARVALHO, L.G. de; DANTAS, A.A.A.; CASTRO NETO, P. **Agrometeorologia**. Lavras: Editora UFLA, 2010. 172p.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Comportamento de cinco leguminosas arbóreas exóticas em pastagem formada em latossolo vermelho-amarelo de baixa fertilidade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.23, n.2, p.169-189, abr./jun., 1999.



CASTRO, C.R.T. et al. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 60, n. 1, p. 19-25, dez. 2009. Edição especial.

DANTAS, A.A.A.; CARVALHO, L.G.; FERREIRA, E. Comunicação classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez., 2007.

DEMOLINARI, R. de A. et al. Crescimento de plantios clonais de eucalipto não desbastados na região de Monte Dourado (PA). **Revista árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.3, p.503-512, abr. 2007.

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014, 36 p. (Documento 402, v.1).

FARIA, J.R. et al. Desenvolvimento de *Eucalyptus urograndis* no município de Corumbá-GO. **Ensaio e ciência**, Valinhos, SP, v.17, n. 2, p. 09-27, jun. 2013.

FERREIRA, D.F. **Programa computacional Sisvar**. UFLA, versão 5.3, 2010.

FERREIRA, D.H.A.A. et al. Crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 3, p. 431 - 440, jul./set. 2014.

HERIANSYAH, I. et al. Growth characteristics and biomass accumulations of *acacia mangium* under different management practices in indonesia. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 19, n. 4, p. 226–235, dez. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**, 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=313820#>> Acesso em: 03 de nov. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>> Acesso em: 03 de nov. 2014.



KRISNAWATI, H.; KALLIO, M.; KANNINEN, M. *Acacia mangium* Willd.: **Ecology, silviculture and productivity**. Bogor: CIFOR, 2011. 23p.

LEITE, F.P. et al. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 313-321, jul./set. 1997.

LELES, P.S. dos S.; REIS, M. das G.F.; MORAIS, E.J. de. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus calmadulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.22, n.1, p. 41-50, jan./mar. 1998.

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

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

MACEDO, R. L. G. et al. Dinâmica de estabelecimento de *Tectona Grandis* L.f. (Teca) introduzida em cafezal na região de Lavras – Minas Gerais. **O Brasil Florestal**, Brasília, n. 73, p. 31-38, 2002.

MACHADO, S. do A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Guarapuava, PR: Editora UNICENTRO. 2009. 316 p.

MAGALHÃES, M.M. et al. Desempenho silvicultural de espécies de *Eucalyptus* spp. em quatro espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.12, n.2, p. 01 - 07, nov./dez. 2006.

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, mai./jun. 2009.

MIRANDA, D.L.C; JUNIOR, V.B.; GOUVEIA, D.M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Plena**, São Cristovão, SE. v. 11, n. 3, p. 1-8, fev. 2015.



MIRANDA, E.M. de; VALENTIM, J.F. Desempenho de doze espécies arbóreas nativas e introduzidas com potencial de uso múltiplo no estado do Acre, Brasil. **Acta amazônica**, Manaus, AM, v.30, n.3, p. 471-480, 2000.

MORAIS FILHO, A.D.de et al. **Utilização de métodos estatísticos em inventário**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003. 27p. (Apostila)

MULLER, M.D. et al. Avaliação de um clone de eucalipto estabelecido em diferentes densidades de plantio para produção de biomassa e energia. **RENABIO**, Viçosa, MG, v. 2, n. 3, p. 177-186, 2005.

OLIVEIRA, F.L.R. de et al. Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta. **Cerne**, Lavras, MG, v. 21, n. 1, p. 227-233, jan. 2015a.

OLIVEIRA, M.C. et al. Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 13, n. 1, p. 25-32, jan./mar. 2015b.

OLIVEIRA, J.T.S. et al. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1-Avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia forestalis**, Piracicaba, SP, v. 56, n.1, p. 113-124, dez. 1999.

OLIVEIRA, T.K. **Sistemas agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado**. Lavras, 2005. 150p. Tese (doutorado) Universidade Federal de Lavras.

OLIVEIRA, T.K. et al. Desempenho silvicultural e produtivo sob diferentes arranjos espaciais em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, n.60, p.01-09, dez. 2009. Edição Especial.

OLIVEIRA NETO, S.N. et al. Arranjos estruturais do componente arbóreo em Sistema Agrossilvipastoril e seu manejo por desrama e desbaste. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.31, n.257, p. 47-58, jul./agos. 2010.



PULROLNIK, K. et al. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010, 17p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento n° 276)

RODRIGUES, L.C.E. **Gerenciamento da produção florestal**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1991, 41p. (Documentos Florestais 13)

SISTEMA FLORESTAL BRASILEIRO. **As florestas plantadas**. Brasília: SIF, 2015. Disponível em: < <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas> >. Acesso em: 02 de outubro de 2015.

SOUZA, C.R.de et al. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. **Acta amazônica**, Manaus, AM, v. 40, n. 1, p. 127 – 134, 2010.

SOUZA, C.R.de et al. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 7-14, mar. 2008.

SOUZA, C.R.de et al. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E.urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 1, n. 65, p. 95-101, jun. 2004.

STAPE, J. L. et al. The Brazil eucalyptus potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1684 - 1694, abri. 2010.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Intitute of Tecnology, 1955. 104p.

VEIGA, R.A. de A.; CARVALHO, C.M. de; BRASIL, M.A.M. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium* Willd. **Cerne**, Lavras, MG, v.6, n.1, p.103-107, 2000.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptado a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.



VENTURIN, R.P. et al. Sistemas Agrossilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. **Integração lavoura-pecuária-floresta**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 37-43, 46, jul./ago. 2010.

ANEXO

Tabela 1A – Planilha de cálculo do balanço hídrico climatológico

(Continua)

Meses	Ano	T	ETp	ETp corr	P	P-ETp	Neg.Acum.	ARM mm	ALT	ETr	DEF	EXC
Dez.	2011	22,2	90	103	441	338	0	350	95	103	0	243
Jan.	2012	21,7	86	97	529	432	0	350	79	97	0	353
Fev.	2012	23,1	99	98	80	-18	-18	332	-18	98	0	0
Mar.	2012	22,2	91	95	133	38	0	350	18	95	0	21
Abr.	2012	21,5	84	81	39	-42	-42	310	-40	78	2	0
Maió	2012	17,7	54	51	42	-9	-51	302	-8	50	1	0
Jun.	2012	17,8	55	49	95	46	-2	348	46	49	0	0
Jul.	2012	16,8	48	45	16	-29	-31	320	-28	44	1	0
Ago.	2012	18,0	56	55	0	-54	-85	274	-46	46	8	0
Set.	2012	20,3	73	73	17	-56	-141	234	-40	57	15	0
Out.	2012	23,0	98	105	47	-58	-199	198	-36	83	22	0
Nov.	2012	21,9	88	96	153	57	-111	255	57	96	0	0
Dez.	2012	24,1	109	124	140	16	-89	271	16	124	0	0
Jan.	2013	22,2	90	102	500	398	0	350	0	102	0	398
Fev.	2013	23,6	103	102	70	-32	-32	319	-31	101	2	0
Mar.	2013	22,2	90	94	171	77	0	350	31	94	0	46
Abr.	2013	19,9	71	68	55	-12	-12	338	-12	67	1	0
Maió	2013	18,2	58	54	64	9	-3	347	9	54	0	0
Jun.	2013	18,1	57	51	14	-37	-39	313	-34	49	2	0
Jul.	2013	16,7	47	44	13	-31	-71	286	-27	40	5	0
Ago.	2013	18,2	58	56	2	-54	-125	245	-41	43	13	0
Set.	2013	20,3	74	73	64	-9	-134	239	-6	70	3	0
Out.	2013	20,4	74	80	86	5	-126	244	5	80	0	0

(Continuação)

Dez.	2013	22,7	96	109	162	53	0	350	21	109	0	32
Jan.	2014	23,9	107	121	249	129	0	350	0	121	0	129
Fev.	2014	23,9	107	105	34	-71	-71	286	-64	99	7	0
Mar.	2014	22,8	96	100	78	-22	-93	268	-17	95	5	0
Abr.	2014	24,9	117	112	123	11	-80	279	11	112	0	0
Mai	2014	18,4	59	55	20	-35	-115	252	-27	47	9	0
Jun.	2014	18,0	56	50	4	-46	-161	221	-31	35	15	0
Jul.	2014	17,2	50	47	45	-2	-163	220	-1	46	1	0
Ago.	2014	18,4	59	58	9	-49	-212	191	-29	37	20	0
Set.	2014	21,0	80	79	34	-46	-257	168	-23	57	22	0
Out.	2014	22,1	89	96	67	-29	-287	154	-13	80	16	0
Nov.	2014	22,3	91	99	249	150	-49	304	150	99	0	0
Dez.	2014	23,0	98	112	237	125	0	350	46	112	0	79
Jan.	2015	24,8	116	132	72	-60	-60	295	-55	127	5	0
Fev.	2015	22,8	96	95	201	106	0	350	55	95	0	51
Mar.	2015	22,0	88	92	181	89	0	350	0	92	0	89
Abr.	2015	21,2	82	78	15	-63	-63	292	-58	73	5	0
Mai	2015	18,4	59	56	50	-6	-69	288	-5	5	51	0
Jun.	2015	17,5	52	47	32	-15	-84	275	-12	44	3	0
Jul.	2015	18,3	58	54	2	-53	-137	237	-38	40	14	0
Ago.	2015	19,0	63	62	37	-25	-162	221	-16	53	9	0

T (C°): Temperatura média; P (mm): Precipitação mês; ETp (mm): Evapotrans-piração potencial; N.Ac. (mm): Negativo acumulado; Arm. (mm): Armazenamento; Alt. (mm): Alteração ou variação de armazenamento; ETr (mm): Evapotranspiração real; Def. (mm): Déficit Hídrico; Exc. (mm): Excedente.

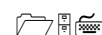


Tabela 2A Resumo da análise de variância do percentual de sobrevivência do cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 43 meses de idade

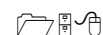
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	2,423670	0,605918	81,249	0,0000
BLOCO	3	0,051735	0,017245	2,312	0,1279
erro	12	0,089490	0,007458		
Total corrigido	19	2,564895			
CV (%) =	8,77				
Média geral:	0,9845000		Número de observações:	20	

Tabela 3A Resumo da análise de variância da altura média do cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	62,748626	15,687156	49,451	0,0000
BLOCO	3	0,176507	0,058836	0,185	0,9043
erro 1	12	3,806718	0,317226		
TEMPO	4	32,072626	8,018156	361,887	0,0000
erro 2	12	0,265878	0,022156		
TEMPO*ESPECIE	16	5,671054	0,354441	8,377	0,0000
erro 3	48	2,030922	0,042311		
Total corrigido	99	106,772331			
CV 1 (%) =	28,57				
CV 2 (%) =	7,55				
CV 3 (%) =	10,43				
Média geral:	1,9713000 m		Número de observações:	100	

Tabela 4A Resumo da análise de variância da Diâmetro à altura do peito média do cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade (Continua).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	140,024294	35,006073	71,422	0,0000
BLOCO	3	1,784915	0,594972	1,214	0,3469
erro1	12	5,88153	0,490127		
TEMPO	4	53,442114	13,360528	238,202	0,0000
erro2	12	0,67307	0,056089		
TEMPO*ESPECIE	16	14,691386	0,918212	8,554	0,0000



(Continuação)

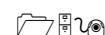
erro3	48	5,15231	0,10734
Total corrigido	99	221,649619	
CV1(%)=	28,98		
CV2(%)=	9,8		
CV3(%)=	13,56		
Média geral:	2,41590 cm		Número de observações: 100

Tabela 5A Resumo da análise de variância da área basal por planta do cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	0,000031	0,000008	66,757	0,0000
BLOCO	3	6,46E-07	2,15E-07	1,872	0,1881
erro1	12	0,000001	1,15E-07		
TEMPO	4	0,00001	0,000003	94,959	0,0000
erro2	12	3,24E-07	2,70E-08		
TEMPO*ESPECIE	16	0,000009	5,46E-07	26,171	0,0000
erro3	48	0,000001	2,09E-08		
Total corrigido	99	0,000053			
CV1(%)=	53,62				
CV2(%)=	25,97				
CV3(%)=	22,84				
Média geral:	0,0006324 m ² .plt ⁻¹				Número de observações: 100

Tabela 6A Resumo da análise de variância da área basal por hectare do cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade (Continua)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	48	11,99399	67	0
BLOCO	3	1	0,338092	1,893	0,1845
erro1	12	2	0,178557		
TEMPO	4	16,02908	4,00727	95,967	0
erro2	12	1	0,041757		
ESPECIE*TEMPO	16	14	0,849063	26,052	0
erro3	48	1,56439	0,032591		



(Continuação)

Total corrigido	99	82,812475			
CV1(%)=	53,39				
CV2(%)=	25,82				
CV3(%)=	22,81				
Média geral:	0,7915 m ² .ha ⁻¹		Número de observações:	100	

Tabela 7A Resumo da análise de variância do fator de forma para o cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	14,94173	3,735433	29,041	0
BLOCO	3	0,236815	0,078938	0,614	0,6191
Erro	12	1,54351	0,128626		
Total corrigido	19	16,722055			
CV(%) =	21,08				
Média geral:	1,7015		Número de observações:	20	

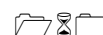
Tabela 8A Resumo da análise de variância do volume por planta para o cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	0,000372	0,000093	42,286	0,0000
BLOCO	3	0,000012	0,000004	1,866	0,1891
Erro	12	0,000026	0,000002		
Total corrigido	19	0,000411			
CV(%) =	30,93				
Média geral:	0,0047966 m ³ .plt ⁻¹		Número de observações:	20	

Tabela 9A Resumo da análise de variância do volume por hectare para o cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	581,64458	145,411145	42,36	0,0000

(Continua)



(Continuação)

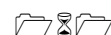
BLOCO	3	19,25844	6,41948	1,87	0,1885
Erro	12	41,19326	3,432772		
Total corrigido	19	642,09628			
CV(%)=30,9					
Média geral: 5,996 m ³ .ha ⁻¹			Número de observações: 20		

Tabela 10A Resumo da análise de variância para área de copa por planta do cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	41,679076	10,419769	253,652	0,0000
BLOCO	3	0,077387	0,025796	0,628	0,6107
erro1	12	0,492948	0,041079		
TEMPO	4	36,482996	9,120749	439,082	0,0000
erro2	12	0,249268	0,020772		
TEMPO*ESPECIE	16	34,208864	2,138054	60,889	0,0000
erro3	48	1,685472	0,035114		
Total corrigido	99	114,876011			
CV1(%) = 24,22					
CV2(%) = 17,23					
CV3(%) = 22,40					
Média geral: 0,8367000 m ² .plt ⁻¹			Número de observações: 100		

Tabela 11A Resumo da análise de variância para área de copa por hectare do cedro australiano, clonal e seminal, teca, mogno africano e guanandi aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade (Continua)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	4	65123556,25	16280889,06	253,652	0,0000
BLOCO	3	120917,1875	40305,72917	0,628	0,6107
erro1	12	770231,25	64185,9375		
TEMPO	4	57004681,25	14251170,31	439,082	0,0000
erro2	12	389481,25	32456,77083		
ESPECIE*TEMPO	16	53451350	3340709,375	60,889	0,0000
erro3	48	2633550	54865,625		
Total corrigido	99	179493767,2			
CV1(%) = 24,22					
CV2(%) = 17,23					



(Continuação)

CV3(%) = 22,40

Média geral: 1045,875 m².ha⁻¹

Número de observações: 100

Tabela 12A Resumo da análise de variância para a sobrevivência da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	0,435158	0,217579	1,769	0,249
BLOCO	3	0,2308	0,076933	0,625	0,6244
erro1	6	0,738175	0,123029		
ESPAÇAMENTO	1	0,000017	0,000017	0	0,9876
erro2	3	0,176317	0,058772		
ESPECIE*ESPAÇAMENTO	2	0,003358	0,001679	0,169	0,8486
erro3	6	0,059708	0,009951		
Total corrigido	23	1,643533			

CV1(%) = 26,74

CV2(%) = 18,48

CV3(%) = 7,61

Média geral: 1,3116667

Número de observações: 24

Tabela 13A Resumo da análise de variância para a altura da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade (Continua)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	1727,2729	863,63647	780,462	0
BLOCO	3	1,489456	0,496485	0,449	0,7274
erro1	6	6,639422	1,10657		
ESPAÇAMENTO	1	2,829801	2,829801	12,927	0,0369
erro2	3	0,656707	0,218902		
ESPECIE*ESPAÇAMENTO	2	4,623679	2,311839	7,938	0,0206
erro3	6	1,747401	0,291233		
TEMPO	4	544,5963	136,14908	533,229	0
erro4	12	3,063955	0,25533		
ESPECIE*TEMPO	8	262,83386	32,854232	271,267	0
erro5	24	2,906739	0,121114		
ESPAÇAMENTO*TEMPO	4	2,002512	0,500628	2,749	0,0781
erro6	12	2,185632	0,182136		
ESPECIE*ESPAÇAMENTO*T	8	1,384158	0,17302	0,981	0,4745
erro7	24	4,234425	0,176434		
Total corrigido	119	2568,467			

CV1(%) = 17,97



(Continuação)

CV2(%) = 7,99

CV3(%) = 9,22

CV4(%) = 8,63

CV5(%) = 5,95

CV6(%) = 7,29

CV7(%) = 7,18

Média geral: 5,8537503 m

Número de observações: 120

Tabela 14A Resumo da análise de variância para a diâmetro à altura do peito da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	1788,1511	894,07554	1014,346	0
BLOCO	3	2,837591	0,945864	1,073	0,4283
erro1	6	5,288582	0,88143		
ESPAÇAMENTO	1	15,278247	15,278247	17,672	0,0246
erro2	3	2,593681	0,86456		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	9,486319	4,74316	7,249	0,0251
erro3	6	3,925843	0,654307		
TEMPO	4	598,81338	149,70335	855,436	0
erro4	12	2,10003	0,175002		
TEMPO*ESPECIE	8	163,79859	20,474823	133,635	0
erro5	24	3,677157	0,153215		
TEMPO*ESPAÇAMENTO	4	11,894795	2,973699	27,041	0
erro6	12	1,319626	0,109969		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE*T	8	4,949418	0,618677	3,348	0,0102
erro7	24	4,434655	0,184777		
Total corrigido	119	2618,549			

CV1(%)= 14,92

CV2(%)= 14,78

CV3(%)= 12,86

CV4(%)= 6,65

CV5(%)= 6,22

CV6(%)= 5,27

CV7(%)= 6,83

Média geral: 6,2920769 cm

Número de observações: 120



Tabela 15A Resumo da análise de variância para a Área basal ($\text{m}^2.\text{plt}^{-1}$) da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	0,001355	0,000677	264,064	0
BLOCO	3	0,000004	0,000001	0,468	0,7156
erro1	6	0,000015	0,000003		
ESPAÇAMENTO	1	0,000045	0,000045	17,992	0,024
erro2	3	0,000008	0,000003		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	0,000037	0,000019	10,91	0,01
erro3	6	0,00001	0,000002		
TEMPO	4	0,000932	0,000233	536,315	0
erro4	12	0,000005	4,35E-07		
TEMPO*ESPECIE	8	0,00045	0,000056	107,094	0
erro5	24	0,000013	5,25E-07		
TEMPO*ESPAÇAMENTO	4	0,000038	0,000009	17,445	0,0001
erro6	12	0,000007	5,44E-07		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE*T	8	0,000027	0,000003	6,411	0,0002
erro7	24	0,000013	5,22E-07		
Total corrigido	119	0,002958			
CV1(%)=		33,21			
CV2(%)=		32,84			
CV3(%)=		27,14			
CV4(%)=		13,67			
CV5(%)=		15,03			
CV6(%)=		15,30			
CV7(%)=		14,98			
Média geral:		0,0048233 $\text{m}^2.\text{plt}^{-1}$			
				Número de observações:	120

Tabela 16A Resumo da análise de variância da Área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses (Continua)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	1722,6342	861,31708	320,01	0
BLOCO	3	4,003537	1,334512	0,496	0,6984
erro1	6	16,149198	2,691533		
ESPAÇAMENTO	1	295,28581	295,28581	102,254	0,0021
erro2	3	8,663327	2,887776		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	154,6431	77,321551	46,319	0,0002
erro3	6	10,016018	1,669336		
TEMPO	4	1121,1844	280,29611	644,264	0
erro4	12	5,220772	0,435064		



(Continuação)

TEMPO*ESPECIE	8	539,99139	67,498924	112,463	0
erro5	24	14,404518	0,600188		
TEMPO*ESPAÇAMENTO	4	56,981912	14,245478	25,132	0
erro6	12	6,802015	0,566835		
TEMPO*ESPAÇAMENTO*ESP	8	36,271948	4,533994	7,579	0
erro7	24	14,357865	0,598244		
Total corrigido	119	4006,61			
CV1(%)= 30,10					
CV2(%)= 31,18					
CV3(%)= 23,71					
CV4(%)= 12,10					
CV5(%)= 14,22					
CV6(%)= 13,81					
CV7(%)= 14,19					
Média geral: 5,4498333 m ² .ha ⁻¹					Número de observações: 120

Tabela 17A Resumo da análise de variância para o fator de forma da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	13,495908	6,747954	41,839	0,0003
BLOCO	3	0,475383	0,158461	0,983	0,4613
erro1	6	0,967692	0,161282		
ESPAÇAMENTO	1	0,084017	0,084017	0,603	0,494
erro2	3	0,417917	0,139306		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	0,249058	0,124529	0,61	0,5741
erro3	6	1,225808	0,204301		
Total corrigido	23	16,915783			
CV1(%)= 36,54					
CV2(%)= 33,96					
CV3(%)= 41,12					
Média geral: 1,0991667					Número de observações: 24

Tabela 18A Resumo da análise de variância para o volume por planta (m³.plt⁻¹) da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 43 meses de idade (Continua)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	0,113968	0,056984	168,283	0
BLOCO	3	0,001875	0,000625	1,846	0,2395
erro1	6	0,002032	0,000339		



(Continuação)

ESPAÇAMENTO	1	0,003886	0,003886	11,069	0,0448
erro2	3	0,001053	0,000351		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	0,003978	0,001989	9,227	0,0148
erro3	6	0,001293	0,000216		
Total corrigido	23	0,128087			
CV1(%)= 25,67					
CV2(%)=26,14					
CV3(%)= 20,48					
Média geral: 0,0716833 m ³ .plt ⁻¹			Número de observações:24		

Tabela 19A Resumo da análise de variância para o volume por hectare (m³.ha⁻¹)
da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	138265,35	69132,674	150,057	0
BLOCO	3	1960,7872	653,59574	1,419	0,3265
erro1	6	2764,2474	460,7079		
ESPAÇAMENTO	1	8651,0848	8651,0848	26,45	0,0142
erro2	3	981,23135	327,07712		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	7358,1761	3679,088	11,688	0,0085
erro3	6	1888,6322	314,77203		
Total corrigido	23	161869,51			
CV1(%)= 27,08					
CV2(%)= 22,81					
CV3(%)= 22,38					
Média geral: 79,2716667 m ³ .ha ⁻¹			Número de observações: 24		

Tabela 20A Resumo da análise de variância da área de copa (m².plt⁻¹) da acácia,
baru e eucalipto 1528 aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses (Continua)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	2143,7565	1071,8783	649,576	0
BLOCO	3	3,650497	1,216832	0,737	0,567
erro1	6	9,900713	1,650119		
ESPAÇAMENTO	1	41,890083	41,890083	282,141	0,0005
erro2	3	0,445417	0,148472		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	17,360807	8,680403	22,379	0,0017
erro3	6	2,327313	0,387886		
TEMPO	4	616,29031	154,07258	747,906	0
erro4	12	2,472062	0,206005		
TEMPO*ESPECIE	8	461,5774	57,697175	446,22	0



(Continuação)

erro5	24	3,103253	0,129302		
TEMPO*ESPAÇAMENTO	4	32,862275	8,215569	17,606	0,0001
erro6	12	5,599492	0,466624		
TEMPO*ESPAÇAMENTO*ESP	8	21,64151	2,705189	10,822	0
erro7	24	5,999103	0,249963		
Total corrigido	19	368,8767			
CV1(%)= 21,43					
CV2(%)= 6,43					
CV3(%)= 10,39					
CV4(%)= 7,57					
CV5(%)= 6,00					
CV6(%)= 11,40					
CV7(%)= 8,34					
Média geral: 5,9935000 m ² .plt ⁻¹			Número de observações: 120		

Tabela 21A Resumo da análise de variância para a área de copa (m².ha⁻¹) da acácia, baru e eucalipto 1528 aos 12, 18, 31, 36 e 43 meses de idade

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESPECIE	2	2,82E+09	1,41E+09	815,385	0
BLOCO	3	5228568,144	1742856,048	1,007	0,4523
erro1	6	10389494,04	1731582,339		
ESPAÇAMENTO	1	555618774,1	555618774,1	1178,621	0,0001
erro2	3	1414242,874	471414,2914		
ESPAÇAMENTO*ESPECIE	2	293216828,4	146608414,2	636,646	0
erro3	6	1381694,515	230282,4192		
TEMPO	4	734645149,7	183661287,4	1255,932	0
erro4	12	1754819,628	146234,969		
TEMPO*ESPECIE	8	574905440,5	71863180,06	345,804	0
erro5	24	4987547,851	207814,4938		
TEMPO*ESPAÇAMENTO	4	40277559,38	10069389,85	22,037	0
erro6	12	5483107,611	456925,6343		
TEMPO*ESPAÇAMENTO*ESP	8	51290331,36	6411291,421	18,234	0
erro7	24	8438587,526	351607,8136		
Total corrigido	119	5,11E+09			
CV1(%)= 19,20					
CV2(%)= 10,02					
CV3(%)= 7,00					
CV4(%)= 5,58					
CV5(%)= 6,65					
CV6(%)= 9,86					
CV7(%)= 8,65					
Média geral: 6853,0286667 m ² .ha ⁻¹			Número de observações: 120		