



NATÁLIA DANIELLE CORDEIRO VITOR

**SELEÇÃO GENÉTICA EM CANDEIA
(*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) PARA
SISTEMA SILVICULTURAL DE ÁRVORES
PORTA SEMENTES**

LAVRAS – MG

2011

NATÁLIA DANIELLE CORDEIRO VITOR

**SELEÇÃO GENÉTICA EM CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.)
MacLeish) PARA SISTEMA SILVICULTURAL DE ÁRVORES PORTA
SEMENTES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de Concentração em Madeira como Matéria prima, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

PhD. Sebastião Carlos da Silva Rosado

LAVRAS – MG

2011

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

Vitor, Natália Danielle Cordeiro.

Seleção genética em candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.)
MacLeish) para sistema silvicultural de árvores porta sementes /
Natália Danielle Cordeiro Vitor. – Lavras : UFLA, 2011.
65 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.
Orientador: Sebastião Carlos da Silva Rosado.
Bibliografia.

1. Qualidade da madeira. 2. Procedência. 3. RELM/ BLUP. 4.
Progênie. 5. Melhoramento genético. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD – 674.1

NATÁLIA DANIELLE CORDEIRO VITOR

**SELEÇÃO GENÉTICA EM CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.)
MacLeish) PARA SISTEMA SIVILCULTURAL DE ÁRVORES PORTA
SEMENTES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de Concentração em Madeira como Matéria prima, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de julho de 2011.

Dr. Paulo Fernando Trugilho UFLA

Dra. Soraya Alvarenga Botelho UFLA

PhD. Sebastião Carlos da Silva Rosado

Orientador

LAVRAS – MG

2011

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e amparo em todos os momentos difíceis de minha vida, principalmente durante a minha estadia em Lavras.

À minha mãe, avós e irmão. por acreditarem em mim, mesmo nos momentos que nem eu mesma acreditava.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciências Florestais (DCF), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Capes, pela concessão da bolsa.

Ao professor Sebastião Rosado, pelo aprendizado, orientação, paciência e amizade.

Ao pesquisador e amigo Alisson Santos, por todo suporte, valiosas correções e exemplo de dedicação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, em especial ao professor Paulo Trugilho, pelo incentivo e apoio.

Ao meu grande amigo Cleriston dos Anjos, por toda dedicação, ajuda incondicional e por ser pessoa fundamental na minha realização profissional.

As minhas grandes amigas de Lavras: Tattiane, Iara, Inês, Simonne, Abiha, Lina, Claudia, Jayme e Gabriela... Sem vocês não teria conseguido.

A todos os meus amigos pernambucanos que torceram por mim, especialmente aos que fazem parte da família Projetec.

A minha família, pelo apoio constante.

Aos meus colegas da pós-graduação, pelo ótimo convívio e possibilidade de aprendermos juntos, principalmente ao Edson, por me estender as mãos nos momentos mais difíceis.

Ao Thiago Protásio, pela valiosa ajuda nas análises laboratoriais e estatísticas.

A toda equipe que ajudou nos trabalhos de campo: Yuuki, Lucas, Otavio, Pedro e Barbara.

Aos funcionários de Departamento de Engenharia Florestal, em especial a Meire, pela alegria diária e sorrisos gratuitos.

A todas as pessoas que, mesmo não citadas aqui, indiretamente participaram desta conquista.

Muito obrigada!!!

“Meu Nordeste feiticeiro
Morenão de bronze o peito,
Genuíno brasileiro
Eu me sinto satisfeito
Em ser filho de um teu filho
E do chão por onde trilho,
Que venero com respeito...”

Hermes Vieira

RESUMO

Com o objetivo de selecionar árvores de candeia (*Eremanthus erythropappus*) para uso em sistema silvicultural de árvores porta-sementes foi instalado um teste genético, no qual foram avaliadas 40 progênies de polinização aberta, provenientes de um gradiente altitudinal de 1.200 a 1.600 m. O teste foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, três repetições e seis plantas em parcelas lineares com espaçamento 3 x 2 m. Foram obtidos os diâmetros e as alturas das plantas aos 10, 24 e 80 meses de idade. Estimaram-se os parâmetros genéticos e a predição dos valores genotípicos e avaliou-se a qualidade da madeira. A taxa de sobrevivência dos indivíduos do experimento apresentou valores acima de 70%. As progênies apresentaram crescimento homogêneo, tendo diferenças estatísticas somente na idade de 80 meses. Os valores de herdabilidade no sentido restrito apresentaram-se de medianos a baixos. Procedeu-se à seleção dos melhores indivíduos com base no diâmetro aos 80 meses. Realizou-se análise de extrativos totais e densidade básica em 56 indivíduos pertencentes as 10 melhores famílias do teste. Os valores de densidade básica variaram de 0,55 a 0,60 g/cm³. A percentagem de extrativos totais encontrados na madeira de candeia variou entre 3,98% a 5,27%. Observou-se que não houve diferença significativa entre as variáveis analisadas na madeira das 10 progênies coletadas. A variação entre os valores genéticos das progênies foi pequena, podendo-se, assim, inferir que os genótipos pertencem a um mesmo pool gênico. Portanto, tendo em vista que não houve diferença significativa entre as propriedades da madeira avaliadas dos indivíduos selecionados, a seleção das árvores porta-sementes poderá ser realizada com base no diâmetro aos 80 meses.

Palavras-chave: Qualidade da madeira. Procedência. REML/BLUP. Progênie. Melhoramento genético.

ABSTRACT

With the aim to select “candeia” trees (*Eremanthus erythropappus*) for use in silvicultural system of seed-bearer trees, a genetic test was installed by which 40 progenies of open pollination from an altitudinal range from 1200 to 1600 m were evaluated. The test was installed in a randomized blocks design, with three repetitions and six plants per linear portion with 3 x 2 m spacing. The diameter and height of the plants were obtained at the ages of 10, 24 and 80 months. The genetic parameters and the genotypic values were estimated and the wood quality was evaluated. The survival rate of the individuals of the experiment presented values above 70%. The progenies presented homogeneous growth, being found statistical differences only at 80 months. The heritability values in the restrict sense were from mean to low. The selection of the best individuals was performed based on the diameter found at 80 months. The analyses of total extractives and basic density were made in 56 individuals that belonged to the best 10 families of the test. The basic density values found varied from 0,55 to 0,60 g/cm³. The total extractives content percentage varied between 3.98 and 5.27 %. No statistical differences were found between the variables analyzed in the wood of the 10 progenies collected. The variation between genetic values of the progenies was low, allowing inferring that the genotypes belong to the same genic pool. Therefore, considering that there was no significant difference between the properties of the evaluated wood of the selected individuals, the selection of seed-bearer trees may be preceded based on the diameter at 80 months old.

Keywords: Wood Quality. Provenance. REML/BLUP. Progeny. Genetic improvement.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Rankeamento das progênies pela porcentagem de sobrevivência.....	40
Tabela 2	Resumo da análise de variância para diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total (ALT), nas diferentes idades	42
Tabela 3	Estimativas de médias, componentes de variância e herdabilidade (REML individual), pelo programa SELEGEN, para a característica diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total (ALT), em famílias de meios-irmãos de <i>Eremanthus erythropappus</i> , aos 10, 24 e 80 meses	44
Tabela 4	Valor genotípico ao nível de indivíduo, média genotípica, ganho, média dos indivíduos selecionados e percentual de ganho para o caráter DAP, aos 80 meses.....	49
Tabela 5	Resultados das análises de variância das progênies para densidade básica e extrativos totais da madeira de candeia	53
Tabela 6	Correlação entre as características diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), altura (ALT), densidade básica (DB) e extrativos totais	53
Tabela 7	Árvores selecionadas aos 80 meses de idade para serem porta-sementes.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	14
2.2	Extrato da madeira de <i>E. erythropappus</i>	17
2.3	Melhoramento genético em espécies nativas	18
2.4	Sistema silvicultura de árvores porta-sementes.....	20
2.5	Qualidade da madeira	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Origem do material genético	24
3.2	Caracterização da área experimental.....	25
3.3	Instalação e condução do experimento	27
3.4	Características avaliadas em campo.....	29
3.5	Estimativa de parâmetros genéticos	29
3.5.1	Distribuição e estruturas de médias e variâncias	31
3.5.2	Equações do modelo misto	32
3.5.3	Estimadores iterativos dos componentes de variância por REML via algoritmo EM (<i>expectation maximization</i>)	33
3.5.4	Estimativas de herdabilidade ao nível de média de progênies.....	34
3.6	Amostragem da madeira	34
3.7	Características avaliadas em laboratório.....	36
3.7.1	Determinação da densidade da madeira	36
3.7.2	Determinação dos extrativos totais da madeira	37
3.8	Análise da variância para as características da madeira	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5	CONCLUSÕES.....	57
	REFERÊNCIAS.....	58
	ANEXO	64

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente em regiões montanhosas, existem muitas áreas que apresentam relevo e características de solo impróprias para o cultivo de plantas nos moldes da agricultura convencional. Isso se deve, principalmente, às condições desfavoráveis para a mecanização e para o alcance de produtividades economicamente viáveis.

No contexto agrícola brasileiro, essas áreas impróprias para a agricultura normalmente pertencem aos pequenos e médios produtores rurais. Essa condição desfavorece a obtenção de renda suficiente para suprir as necessidades de suas famílias e, conseqüentemente, mantê-los no campo.

Uma das alternativas para tornar essas áreas viáveis para a geração de renda é por meio do cultivo de espécies florestais adaptadas às referidas condições de solo e que sejam produtivas para gerar benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Assim, para as pequenas e médias propriedades rurais, uma alternativa rentável é a condução da regeneração natural de espécies arbóreas possuidoras de madeira com alto valor comercial, obtido após o plantio de árvores porta-sementes geneticamente selecionadas. O uso de árvores porta-sementes para a regeneração natural não envolve as operações de aquisição de mudas e operações de plantio, o que torna o sistema acessível para pequenos produtores.

Dentre as espécies nativas que possuem madeira de interesse comercial e são adaptadas a solos de baixa fertilidade, arenosos e com afloramentos rochosos, destaca-se a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). A espécie tem ampla área de ocorrência natural, principalmente em regiões montanhosas no estado de Minas Gerais. Sua madeira é muito valorizada, devido à sua durabilidade natural e produção de óleo, cujo princípio ativo é utilizado amplamente em indústrias farmacêuticas e de cosméticos.

Essas utilidades da candeia podem ser um diferencial para o produtor rural, pois, além de recuperar seus solos por propiciar a formação de uma cobertura vegetal, também pode, por meio de um plano de manejo adequado, beneficiar-se da madeira, dos extrativos e de seus subprodutos.

Devido à sua importância econômica, esta espécie vem sendo explorada de maneira indiscriminada ao longo dos anos. Sendo assim, o Instituto Estadual de Florestas do Estado de Minas Gerais (IEF/MG) publicou a Portaria nº 01 de 05/01/2007, que dispõe sobre a elaboração e a execução de planos de manejo para a candeia, a fim de promover melhoria de renda para pequenos e médios proprietários rurais no estado de Minas Gerais, além de conservar as populações nativas (MINAS GERAIS, 2007).

Mesmo apresentando resistência natural às condições ambientais adversas, torna-se necessária a seleção de genótipos de candeia com melhor desempenho em relação ao crescimento, desenvolvimento e adaptabilidade, para maximizar seu potencial restaurador e produtivo em sítios degradados. Assim, os programas de melhoramento genético em espécies nativas têm grande importância ecológica para os ecossistemas que dele participam, principalmente por propiciar a valorização da espécie, a conservação e o cultivo (SANTOS, 2008).

No entanto, a seleção de árvores em programa de melhoramento, unicamente baseada em caracteres dendrométricos quantitativos (DAP, altura e volume), não garante a seleção de genótipos com características tecnológicas desejadas para usos industriais da madeira. Por isso, os estudos das propriedades da madeira são de importância fundamental para a seleção de materiais genéticos que produzam madeira de qualidade e que favoreçam a obtenção de produtos finais superiores (BOTREL, 2006).

Dentre as propriedades da madeira, a densidade básica é uma das mais importantes, por se tratar de um parâmetro que está relacionado a várias outras

características da madeira. Não menos importante está o conhecimento da natureza química da madeira, pois possibilita o entendimento de seu comportamento como matéria-prima para diversos usos, já que os constituintes químicos estão diretamente relacionados com a sua utilização. Portanto, o conhecimento da variabilidade contida na madeira e a forma de expressão de tais propriedades são fundamentais no processo de seleção ou melhoramento genético florestal.

Com a grande variabilidade genética existente nas populações naturais de candeia (MOURA, 2005), a seleção de árvores geneticamente superiores associada ao manejo em sistema silvicultural de árvores porta-sementes poderá resultar em ganhos expressivos em produtividade, seja em número de moirões ou teor de óleo essencial, gerando, assim, maior renda aos produtores rurais.

Com base no exposto, o trabalho foi realizado com o objetivo de selecionar árvores de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) para uso em sistemas silviculturais de árvores porta-sementes, para serem precursoras de regeneração natural em sítios com baixa fertilidade e relevo impróprio para agricultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish

Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish pertence à família Asteraceae e é conhecida popularmente como candeia. Seu nome origina-se da combustão da madeira, e até mesmo das folhas, que produz uma chama semelhante a das candeias, com luz clara e brilhante, deixando pouco resíduos, devido à presença de óleo essencial (ARAÚJO, 1944).

Por suas características, inclui-se a candeia na lista de espécies consideradas heliófilas, apresentando-se, ainda, como precursora na invasão de campos, colonizando solos pobres, arenosos e até mesmo pedregosos (RIZZINI, 1979). Segundo Cândido (1991), em locais pobres e em áreas declivosas, a candeia apresenta crescimento mais lento em relação aos solos sem limitações. Acredita-se que a maior concentração desta espécie esteja nos locais mais pobres, onde ocorrem maior disponibilidade de luz e menor competição das espécies arbóreas, uma vez que poucas espécies conseguem se estabelecer nessas condições de solo (CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC, 1994).

Geralmente, nos campos e cerrados, bordas de morros ou capões de mata, que é onde a candeia mais ocorre, o seu fuste não ultrapassa 5 m de altura, sempre com muita emissão de galhos ou, então, retorcido pelos ventos. Porém, quando utilizada em plantios uniformes, a espécie apresenta maior altura, fuste regular e mais longo em relação à copa, que diminui pela competição entre os indivíduos (CÂNDIDO, 1991).

A raiz é do tipo pivotante, sem afloramento e nem dilatações exageradas na base do tronco. Seu crescimento radicular é rápido, com boa adaptação aos solos rasos, características potenciais para impedir a erosão do solo (CETEC,

1994). As folhas são simples, opostas com pilosidade cinérea e têm uma característica marcante que é a dupla coloração, em que na parte superior são verdes e glabras e na parte inferior apresentam tom esbranquiçado (CORRÊA, 1931). As flores são hermafroditas e se apresentam em inflorescências de cor púrpura nas extremidades dos ramos. O fruto é do tipo aquênio, com superfície cilíndrica e com dez arestas, de cor pardo-escuro, com aproximadamente 2 mm de comprimento e cada fruto contém uma só semente (ARAÚJO, 1944) (Figura 1).



Figura 1 Desenho esquemático de um galho de candeia (ARAÚJO, 1944)

A madeira é branco-acinzentada com grã mais escura, dura, compacta, resistente à umidade e à putrefação, pesada e lisa. Os anéis de crescimento são perceptíveis, enquanto o alburno e o cerne não se diferenciam a olho nu. Seu peso específico é de $0,912 \text{ g/cm}^3$, apresentando resistência ao esmagamento: carga perpendicular 339 kg/cm^2 e carga paralela 472 kg/cm^2 (CORRÊA, 1931). A madeira da candeia é conhecida como "madeira branca", porém, é bastante resistente ao apodrecimento e ao ataque de cupins e bactérias do solo por causa da grande concentração de extrativos.

Sua madeira é muito utilizada para moirões de cerca, postes e esteios, por apresentar grande durabilidade natural. Serve, ainda, para a construção de barcos ou navios, caibros, carvão vegetal, tacos, dormentes e vigas (RIZZINI, 1979). Embora a candeia tenha uma taxa de crescimento inferior à do eucalipto, a sua madeira, quando usada na forma de moirões, apresenta durabilidade cinco vezes maior (CÂNDIDO, 1991).

O odor da madeira é peculiar e intenso, lembrando a essência de valeriana e o ácido valeriânico (RIZZINI, 1979). Este cheiro é devido a uma substância oleosa, exsudada pelo lenho, a qual, em contato com o ar, se solidifica, formando algo semelhante a cerume (ARAÚJO, 1944).

Além de sua importância ecológica, *E. erythropappus* tem recebido muita atenção devido ao seu valor econômico. Da planta, que além de ser utilizada para produção de moirões de cerca, é extraído um óleo que tem propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas, utilizado na indústria farmacêutica e de cosméticos (SCOLFORO et al., 2008). Pérez (2001) encontrou que para cada hectare de candeia explorado, seguindo um sistema de manejo sustentado, produzirá, em média, 110,783 kg de óleo, que reverterá renda extra de R\$1.537,49/ha ao agricultor. Oliveira et al. (2009) concluíram que a venda da madeira de candeia seria mais

lucrativa para os produtores rurais se feita diretamente aos fabricantes, ou seja, sem intermediários.

Objetivando o manejo e o melhoramento genético da espécie, realizaram-se vários estudos com a candeia. Como exemplos, citam-se os de Silva (2003), Pérez et al. (2004), Venturin et al. (2005), Estopa et al. (2006), Galdino (2006), Tonetti et al. (2006), Nascimento (2007), Rosumek (2008), Salustiano et al. (2006) e Scolforo et al. (2008).

2.2 Extrativo da madeira de *E. erythropappus*

A madeira é constituída por celulose, lignina e hemiceluloses como componentes estruturais e por outros compostos não pertencentes à parede celular, denominados extrativos. Os extrativos são resultados de modificações sofridas pelos carboidratos no processo fisiológico da árvore (KLOCK et al., 2005).

Os extrativos são responsáveis por determinadas características da madeira, como cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas. Sua composição e quantidade dependem de diversos fatores, como espécie, idade e procedência, entre outros.

A madeira de candeia é rica em óleo essencial, cujo princípio ativo é o alfa-bisabolol, que exibe propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas e dermatológicas (GALDINO, 2006). Por sua ação, o óleo vem sendo muito procurado pela indústria de cosméticos e, por consequência, a espécie vem sofrendo forte pressão de coleta.

O alfa-bisabolol ($C_{15}H_{26}O$) foi isolado, primeiramente, por Isaac e Thiemer (1975), em flores de camomila (*Matricaria chamomilla*). Conceitualmente, é um álcool sesquiterpênico, monocíclico, insaturado e opticamente ativo, obtido da destilação direta de óleos naturais (KAMATOU;

VILJOEN, 2010). É muito utilizado nas formulações de produtos cosméticos e dermatológicos, como, por exemplo, em loção pós-barba, hidratantes para mãos e corpo, desodorantes, batons, protetor solar e pós-sol, produtos infantis e antitranspirantes.

De acordo com Pérez et al. (2004), este óleo refinado atinge, no mercado, o valor de US\$ 50,00/kg, pois é muito utilizado na indústria internacional, principalmente na indústria farmacêutica alemã.

Scolforo et al. (2004) concluíram que o peso do óleo essencial extraído do fuste da candeia aumenta com o aumento da classe diamétrica da mesma, ou seja, a quantidade de óleo extraído de 1 m³ sólido de madeira de árvores de DAP pequeno (entre 5 e 10 cm) é em torno 6 kg e de madeira de árvores de DAP grande (entre 40 e 45 cm) é de cerca de 11 kg. Assim, o alfa-bisabolol apresenta-se como um composto viável para exploração.

2.3 Melhoramento genético em espécies nativas

A ação humana sobre a natureza é tão antiga quanto a história da humanidade. A domesticação de plantas e animais teve início a partir do momento em que o homem primitivo mudou seu hábito nômade e fixou-se à beira dos grandes rios. Essa mudança de hábito levou o homem a iniciar a agricultura há 10.000 anos (MARINO, 2006).

No início do século XX, com a descoberta dos trabalhos desenvolvidos por Mendel e estudos de genética, a ciência exerceu efetivo impacto sobre o melhoramento de plantas. A partir desses estudos sobre a base da hereditariedade e, mais tarde, associados aos estudos de estatística e genética quantitativa, iniciados por Ronald Fisher, em 1918, foi possível desenvolver técnicas apropriadas para o melhoramento de plantas (MARINO, 2006).

No Brasil, as atividades de melhoramento genético florestal tiveram início ainda na década de 1940, com estudos do Instituto Florestal de São Paulo (SIQUEIRA; NOGUEIRA; KAGEYAMA, 1993). No entanto, seu maior desenvolvimento foi a partir de 1967, com o aumento dos plantios florestais incentivados com a implantação da lei de incentivos fiscais ao reflorestamento (RESENDE, 1999). Com a necessidade de maior produtividade, iniciaram-se vários programas de melhoramento genético e, conseqüentemente, a busca por espécies, principalmente do gênero *Eucalyptus*, mais adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras. Foram importados muitos materiais genéticos provenientes de várias procedências da Austrália, para avaliação e seleção em vários sítios no Brasil (MORA; GARCIA, 2000).

Trabalhos de melhoramento com espécies nativas no Brasil são escassos e, atualmente, poucas espécies estão em processo avançado de melhoramento. Muitos programas de melhoramento são realizados em função da importância ecológica para os ecossistemas de que participam, principalmente por propiciarem valorização da espécie, conservação e, até mesmo, cultivo, dependendo do grau de domesticação da mesma (SANTOS, 2008).

Inicialmente, o melhoramento genético florestal era fundamentado na seleção de procedências e, depois, no aperfeiçoamento da propagação vegetativa na seleção individual nas populações de melhoramento. Ultimamente, as estratégias de melhoramento florestal têm avançado bastante, especialmente com o aperfeiçoamento das técnicas de avaliação genético-estatísticas.

Os trabalhos com *E. erythropapus* têm sido realizados principalmente no estado de Minas Gerais. Estudos de avaliação da diversidade genética em populações naturais de candeia têm sido os mais comuns, juntamente com o manejo (BARREIRA, 2005; PEREZ, 2001; SCOLFORO et al., 2008). Estopa et al. (2006) verificaram padrão de distribuição espacial, sendo a distância genética diretamente influenciada pela distância geográfica, além de apresentarem grande

variabilidade genética para uso em programas de melhoramento e conservação da espécie.

Estudos em mudas de candeia produzidas em viveiro mostraram que existem diferenças significativas entre e dentro de procedências de candeia para as características diâmetro e altura da muda, e que as estimativas de parâmetros genéticos em mudas mostraram que é uma espécie promissora para um programa de seleção de genótipos (SILVA; ROSADO; VIEIRA, 2002).

2.4 Sistema silvicultura de árvores porta-sementes

O sistema silvicultural de árvores porta-sementes é um método para promover a regeneração natural, normalmente utilizado em florestas manejadas por meio da regeneração natural. Baseia-se no princípio de seleção de árvores superiores com caracteres de rápido crescimento, boa forma, propriedades físicas e mecânicas apropriadas, resistência a pragas e doenças e boa capacidade de adaptação a diversos ambientes ou a ambientes específicos, além de disponibilizar sementes de boa qualidade, de forma uniforme e abundante (SILVA, 1968).

A dispersão da semente de candeia é anemocórica, ou seja, pelo vento. Portanto, não apresenta vínculo entre o local onde a semente irá cair para germinar com a distância da sua genitora. A partir desta premissa, Silva et al. (2008) observaram independência entre adultos e regeneração. O período de dispersão das sementes de candeia ocorre entre agosto e outubro. Ressalta-se que, logo após este período, as condições são favoráveis ao estabelecimento da regeneração natural, ou seja, luminosidade direta no solo e precipitação adequada (PEREZ et al., 2004).

Observações no campo sobre a candeia e estudos realizados por CETEC (1994) mostram que a espécie possui fácil regeneração natural, capaz de formar

grandes conglomerados de indivíduos. Porém, a capacidade de regeneração natural por meio de árvores porta-sementes vai depender das características da espécie. Harper (1977) afirma que o tamanho de uma população é mais afetado pela dispersão do que pelo número de espécies na comunidade e que o fluxo de propágulos num determinado hábitat é que determina o potencial de estabelecimento da população neste local.

Silva et al. (2008) afirmam que o emprego do sistema silvicultural de porta-sementes para a espécie *E. erythropappus* é viável, pois apresenta condições para que as sementes sejam dispersas e se desenvolvam, restabelecendo a vegetação e garantindo a sustentabilidade do manejo.

Com base nesses estudos, o Instituto Estadual de Florestas (IEF/MG) publicou a Portaria nº 01, de 05/01/2007 (MINAS GERAIS, 2007), para nortear a elaboração e a execução de planos de manejo da candeia, a fim de viabilizar ações que estimulem o aproveitamento sensato, equilibrado e sustentável de uma espécie de alta importância social, econômica e ambiental, reduzindo a forma predatória de exploração da mesma. Esta mesma Portaria indica o sistema de porta-sementes com regeneração natural como um método de manejo possível de ser realizado.

A produção de sementes geneticamente superiores é uma etapa de suma importância e o estabelecimento de pomares de sementes (PS), provavelmente, é a melhor alternativa para suprir as necessidades comerciais. Conceitualmente, o pomar de sementes se caracteriza por ser uma plantação clonal ou por mudas, de árvores selecionadas geneticamente, isoladas para reduzir a polinização de fontes externas geneticamente inferiores (MORI, 1988). Normalmente, esses pomares são intensamente manejados, para produzir safras frequentes, abundantes e de fácil coleta.

2.5 Qualidade da madeira

As propriedades da madeira são controladas por fatores genéticos e ambientais, ligados às práticas de manejo. O melhoramento para qualidade, embora deva considerar os fatores supracitados, manipula apenas os fatores genéticos. Assim, acredita-se que a minimização dos problemas relacionados com a qualidade da madeira para um determinado uso dependa do desenvolvimento de programas específicos de melhoramento genético (MELHORAMENTO..., 2003).

A qualidade da madeira pode, então, ser definida como a combinação de características físicas, químicas, anatômicas e estruturais da árvore ou de suas partes, que levam a um máximo de aproveitamento e uma melhor utilização para determinado fim (TRUGILHO et al., 2005).

Existe unanimidade, entre os pesquisadores, de que a qualidade da madeira pode ser melhorada, modificada ou ter alguns fatores minimizados ou controlados, em considerável extensão, por meio de tratamentos silviculturais e, principalmente, do melhoramento genético.

Vale ressaltar que, para estabelecer um programa de melhoramento genético florestal, é importante ter muito bem definidos os parâmetros de qualidade a serem considerados e a sua grandeza ideal, para a obtenção de um produto final satisfatório (MELHORAMENTO..., 2003).

A qualidade da madeira pode ser analisada sob vários aspectos, existindo, igualmente, vários parâmetros para caracterizá-la (TRUGILHO et al., 2005). Uns desses parâmetros é a densidade básica, definida como uma medida de massa de madeira seca por unidade de volume saturado. A densidade básica é um dos mais importantes fatores a serem considerados dentre as diversas propriedades físicas da madeira e isto se deve ao fato de essa propriedade ser de fácil medição e resultante da combinação de diversos fatores (ANTUNES,

2009). Ou seja, do ponto de vista do melhoramento, a densidade básica é uma característica ideal para manipulação, devido à grande variação, à alta herdabilidade, à baixa interação genótipo *versus* ambiente e à alta correlação com outras características (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2003).

A variabilidade resultante de diferenças em teores de extrativos ou depósitos químicos também exerce influência na densidade, além de provocar grandes diferenças no uso eficaz da madeira (VITAL, 1984). Dependendo da quantidade e da qualidade desses depósitos, o processamento para papel, ou mesmo para outros fins como madeira sólida, pode ser prejudicado em virtude da grande variação de árvore para árvore (ZOBEL; BUIJTENEN, 1989). A qualidade e a quantidade do extrativo em uma madeira influenciam, ainda, na resistência à degradação biológica e a essa propriedade dá-se o nome de resistência natural.

Dessa forma, a classificação de genótipos superiores para fins de seleção genética em um programa de melhoramento que possibilite sua aplicação na produção de múltiplos produtos deve ser feita com base nas propriedades da madeira, utilizando técnicas de avaliação conjunta (CAIXETA et al., 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido utilizando-se informações do experimento de procedência e progênie da espécie *Eremanthus erythropappus* instalado no município de Itutinga, MG. Este trabalho foi iniciado em março de 2003, com o objetivo de verificar a variação entre e dentro de procedências de candeia para estabelecer estratégias de seleção de genótipos para programas de melhoramento que visam à recuperação de áreas degradadas, plantios em pequenas propriedades rurais onde os solos e a topografia não permitem o uso de mecanização.

As mudas utilizadas no estudo foram produzidas a partir de sementes de polinização livre, coletadas em 40 árvores matrizes localizadas ao longo de um gradiente altitudinal de 1.200 a 1.600 m. Essas mudas foram produzidas no viveiro do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (DCF/UFLA) e levadas a campo um ano após sementeadas.

Após sete anos do plantio, alguns espécimes das melhores famílias, selecionadas por programa específico, foram coletados para que pudesse ser realizada a análise na madeira.

3.1 Origem do material genético

As árvores matrizes foram selecionadas no município de Aiuruoca, MG, situadas a 21°58'32" de latitude sul e 44°36'11" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich (Figura 2). Local este que apresenta temperaturas médias de 30°C (máxima) e -3°C (mínima), com precipitação pluviométrica anual média de 2.100 mm.

Na ocasião da coleta das sementes, utilizaram-se árvores matrizes pré-selecionadas e distanciadas em pelo menos 100 m entre si, para evitar ou

minimizar a coleta de materiais genéticos aparentados. As árvores matrizes utilizadas no experimento constituíram-se de duas procedências de candeia, sendo 22 progênies inseridas entre 1.200 a 1.400 m e 18 progênies inseridas entre 1.400 a 1.600 m de altitude.

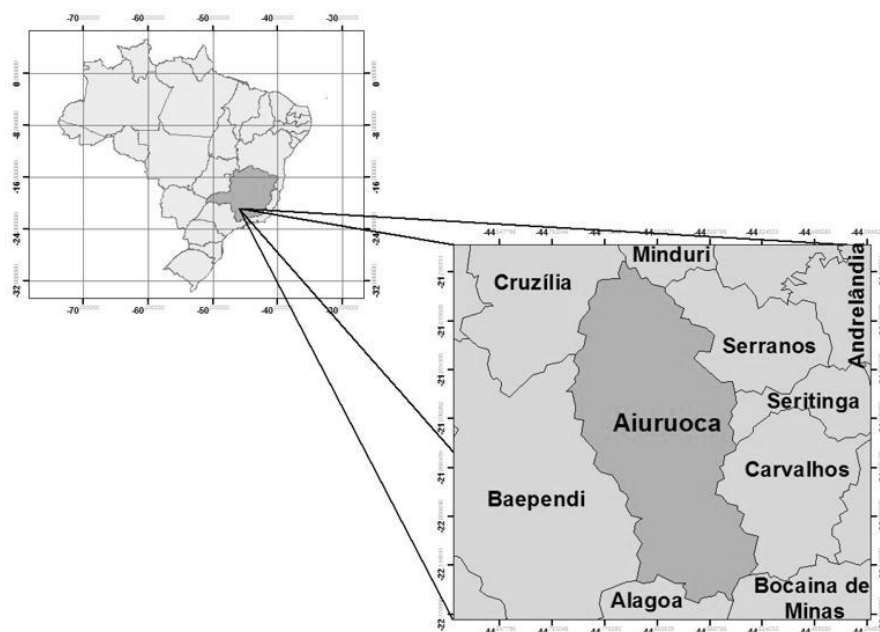


Figura 2 Localização geográfica do município de Aiuruoca, MG

3.2 Caracterização da área experimental

O plantio foi realizado no município de Itutinga, MG, em uma área degradada pelo manejo pastoril realizado. Esse local foi escolhido por apresentar condições topográficas e fertilidade do solo impróprios para a implantação de projetos agrícolas tradicionais e por estar localizado em uma pequena propriedade rural (Figura 3). O município está localizado a $21^{\circ}17'53''$ de latitude sul e $44^{\circ}39'28''$ de longitude oeste do Meridiano de Greenwich (Figura

4). O clima é de transição entre Cwb e Cwa, que apresenta clima temperado com inverno seco, de acordo com a classificação de Köppen (SILVA, 2003).

De acordo com Silva (2003), o solo do local de pesquisa é de textura média, com 55% de areia, 23% de silte e 22% de argila. É caracterizado como solo álico e ácido por apresentar teores de fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio em baixas quantidades. Em contrapartida, teores de alumínio e hidrogênio estão presentes em altas quantidades. Apresenta, ainda, baixa saturação por bases, sendo distrófico com $V = 18,8\%$ e baixa percentagem de matéria orgânica.



Figura 3 Vista e relevo do local de instalação do estudo genético de candeia (*E. erythropappus*)

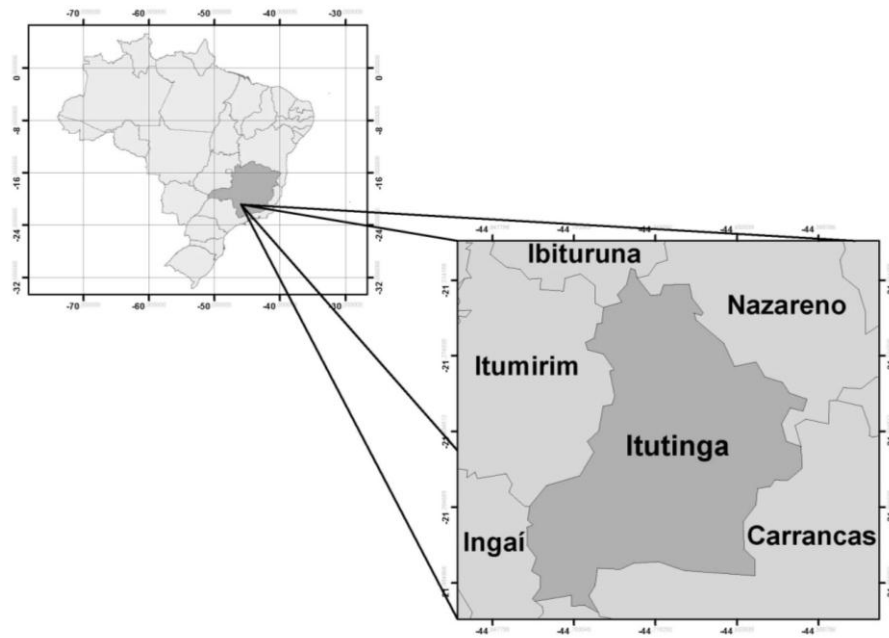


Figura 4 Localização geográfica do município de Itutinga, MG

3.3 Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado em delineamento experimental com três blocos ao acaso, quarenta progênies e seis plantas em parcelas lineares (Figura 5). Com o objetivo de garantir a homogeneidade no crescimento das mudas, bem como evitar o efeito de borda, adicionou-se uma bordadura simples ao redor de todo o experimento. Realizou-se o plantio obedecendo às curvas de nível do terreno e espaçamento de 3 x 2 m. Optou-se por não realizar alguns tratamentos silviculturais, tal como adubação, na intenção de conduzir o cultivo da forma mais aproximada das populações naturais não manejadas.

3.4 Características avaliadas em campo

Realizaram-se avaliações no experimento nas idades de 10, 24 e 80 meses. Durante as avaliações, coletaram-se dados de sobrevivência, altura total, circunferência na altura do colo e a 1,30 m do solo, de todos os indivíduos do experimento. A altura foi obtida, em metros, com o auxílio de uma régua graduada e a circunferência do caule foi obtida, em centímetros, com o auxílio de uma fita métrica que, posteriormente, foi convertida em diâmetro. Para avaliar a taxa de mortalidade, foram contabilizadas todas as plantas mortas do experimento.

3.5 Estimativa de parâmetros genéticos

Para a avaliação genética dos indivíduos, utilizou-se o procedimento ótimo e padrão para a predição de valores genéticos e seleção no melhoramento de espécies perenes, conforme descrito por Resende (2002). Esse procedimento é denominado máxima verossimilhança residual/melhor preditor linear não viesado, ou REML/BLUP, no qual se obtém o BLUP individual a partir das estimativas dos componentes de variância obtidas pela metodologia REML (RESENDE, 2002).

Para realizar a análise genética foi utilizado o programa computacional Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos (Selegen-Reml/Blup), que foi delineado para maximizar a eficiência global do melhoramento e aborda de forma intrincada os tópicos mencionados, sobrepondo esquema de seleção recorrente, delineamento de cruzamento, delineamento experimental, controle estatístico via covariável e sistema de propagação do material melhorado (RESENDE, 2006).

O software não se restringe a ajustar os efeitos e apresentar os componentes de variância, mas apresenta também os valores genéticos aditivos, de dominância e genotípicos dos indivíduos, além do ganho genético com a seleção e o tamanho efetivo populacional, dentre outros parâmetros interessantes ao melhoramento genético (SANTOS, 2008).

Para avaliação do experimento em blocos ao acaso, progênie de polinização aberta e várias populações, adotou-se o seguinte modelo linear misto (RESENDE, 2006):

$$y = Xb + Za + Wc_1 + Qr + e$$

em que

y , b , a , c_1 e e : “ y ” vetor de dados; “ b ” vetor dos efeitos fixos de blocos; “ a ” vetor dos efeitos aleatórios genéticos aditivos; “ c_1 ” vetor dos efeitos aleatórios de parcela; “ r ” vetor dos efeitos aleatórios de procedência e “ e ” vetor de resíduos dentro da parcela, respectivamente.

X , Z , W e Q : matrizes de incidência para os referidos efeitos, respectivamente.

Esse modelo aplica-se aos testes de progênies com várias plantas por parcela, um local e mais de uma procedência. Essa análise classifica os melhores indivíduos pelos seus valores genéticos preditos e procedências pelos valores genotípicos, além de fornecer as médias, componentes de variância e os parâmetros genéticos que serão utilizados para a seleção. Após a estimação dos parâmetros genéticos, bem como análise da qualidade da madeira, foi realizada a seleção dos melhores indivíduos, eliminando-se as árvores não selecionadas para, dessa forma, constituir um Pomar de Sementes por Mudas (PSM).

3.5.1 Distribuição e estruturas de médias e variâncias

$$y|b, V \sim N(Xb, V)$$

$$a|A, \sigma_a^2 \sim N(0, A\sigma_a^2)$$

$$c_1|\sigma_{c_1}^2 \sim N(0, 1\sigma_{c_1}^2)$$

$$r|\sigma_r^2 \sim N(0, 1\sigma_r^2)$$

$$e|\sigma_e^2 \sim N(0, 1\sigma_e^2)$$

$$Cov(a, c_1) = 0; Cov(a, r) = 0; Cov(a, e) = 0$$

$$Cov(c_1, r) = 0; Cov(c_1, e) = 0; Cov(r, e) = 0$$

ou seja,

$$E = \begin{bmatrix} y \\ a \\ c_1 \\ r \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad Var \begin{bmatrix} a \\ c_1 \\ r \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1\sigma_{c_1}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1\sigma_r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

$$Var(y) = ZA\sigma_a^2Z' + W1\sigma_{c_1}^2W' + Q1\sigma_r^2Q' + 1\sigma_e^2$$

A e I = matriz de parentesco genético aditivo e matriz identidade de ordem apropriada aos dados, respectivamente.

3.5.2 Equações do modelo misto

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W & X'Q \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda_1 & Z'W & Z'Q \\ W'X & W'Z & W'W + 1\lambda_2 & W'Q \\ Q'X & Q'Z & Q'W & Q'Q + 1\lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c}_1 \\ \hat{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \\ Q'y \end{bmatrix};$$

em que:

$$\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1 - h^2 - c_1^2 - r^2}{h^2};$$

$$\lambda_2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_{c_1}^2} = \frac{1 - h^2 - c_1^2 - r^2}{c_1^2};$$

$$\lambda_3 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_r^2} = \frac{1 - h^2 - c_1^2 - r^2}{r^2};$$

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_{c_1}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_e^2} : \text{herdabilidade individual no sentido restrito};$$

$c_1^2 = \sigma_{c_1}^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_{c_1}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_e^2)$: correlação entre indivíduos devida ao ambiente comum da parcela referente a progênies;

$r^2 = \sigma_r^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_{c_1}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_e^2)$: correlação fenotípica intraclasse entre indivíduos de uma mesma procedência, em diferentes blocos.

3.5.3 Estimadores iterativos dos componentes de variância por REML via algoritmo EM (*expectation maximization*)

$$\sigma_e^2 = \left[y' y - \hat{b}' X' y - \hat{a}' Z' y - \hat{c}_1' W' y - \hat{r}' Q' y \right] / [N - r(x)];$$

$$\sigma_a^2 = \left[\hat{a}' A^{-1} \hat{a} + \sigma_e^2 \text{tr}(A^{-1} C^{22}) \right] / q;$$

$$\sigma_{c1}^2 = \left[\hat{c}_1' \hat{c}_1 + \sigma_e^2 \text{tr} C^{33} \right] / s_1;$$

$$\sigma_{r1}^2 = \left[\hat{r}' \hat{r} + \sigma_e^2 \text{tr} C^{44} \right] / t, \text{ em que}$$

S_1 e t = número de parcelas referentes a progênies e números de procedências.

C^{22} , C^{33} e C^{44} advém de

$$C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} & C^{14} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} & C^{24} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} & C^{34} \\ C^{41} & C^{42} & C^{43} & C^{44} \end{bmatrix}$$

C : matriz dos coeficientes das equações de modelo misto;

tr: operador traço matricial;

$r(x)$: posto da matriz X

N e q : número total de dados e número de indivíduos.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram realizadas pelo método REML, sob modelo individual, para atender às condições do desbalanceamento do teste.

3.5.4 Estimativas de herdabilidade ao nível de média de progênie

As estimativas de herdabilidade em nível de médias de progênie foram obtidas pela seguinte expressão, conforme Resende (2002):

$$h_m^2 = \frac{[1 + (n-1)\rho_a]h_a^2}{1 + (n-1)(\rho_a h_a^2)}$$

em que p_a é a correlação genética entre os indivíduos do tipo de progênie considerada ($p_a = 1/4$ para meios-irmãos), h_a^2 é a herdabilidade individual no sentido restrito e n é o número total de indivíduos por progênie (n máximo igual a 18 no presente trabalho).

Calculou-se, ainda, a acurácia seletiva para seleção de progênie, conforme Oliveira et al. (2005).

$$r_{\hat{a}am}^2 = \left[\frac{[1 + (n-1)\rho_a]h_a^2}{1 + (n-1)(\rho_a h_a^2)} \right]^{1/2}$$

3.6 Amostragem da madeira

Com base no ganho genético, foram selecionadas as 10 melhores progênie de todo o experimento, sendo 6 pertencentes à procedência 1 (altitude

entre 1.200 a 1.400 m) e 4 progênies pertencentes à procedência 2 (altitude entre 1.400 a 1.600 m). Posteriormente, com base no ganho genético individual, escolheram-se os 6 melhores indivíduos de cada progênie supracitada, sendo 2 indivíduos por bloco. Desse total, realizou-se análise somente daqueles indivíduos que apresentavam fuste com DAP igual ou superior a 5 cm e, por esta razão, coletaram-se, apenas, 56 árvores. Utilizou-se a metodologia destrutiva como forma de amostragem, portanto, foram retirados toretes a 1,30 m do solo, de aproximadamente 30 cm de comprimento.

Sendo a candeia uma espécie que, caracteristicamente, apresenta vários fustes por indivíduo, foram coletados toretes de todos os fustes que apresentavam diâmetro maior que 5 cm. Esses toretes foram cortados em discos no Laboratório de Usinagem da Madeira (DCF/UFLA) e devidamente identificados. Os discos foram separados obedecendo à sua localização no torete (Figura 6), ou seja, os discos que se localizavam nas extremidades foram destinados à determinação da densidade básica e os que encontravam-se na parte central foram destinados à determinação de extrativos totais.

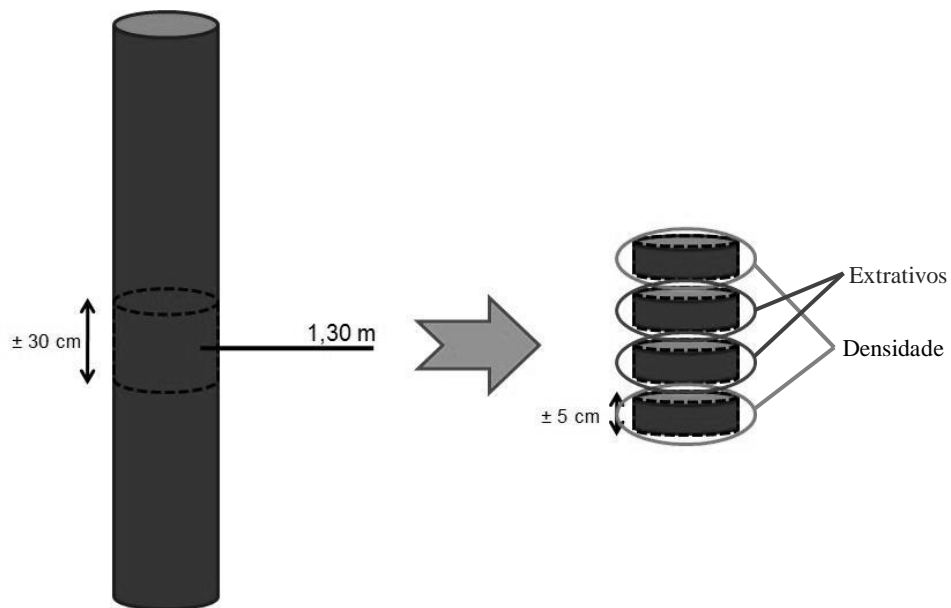


Figura 6 Esquema ilustrativo da amostragem da madeira

3.7 Características avaliadas em laboratório

3.7.1 Determinação da densidade da madeira

Os corpos de prova (discos) foram mergulhados em um balde com água durante 30 dias para adquirirem completa saturação. Ao longo desse período, a água do balde foi trocada diariamente e, no 15º dia, retirou-se a casca dos discos. Após o 30º dia, com as amostras completamente saturadas, determinou-se seu volume verde, conforme descrito pela NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2003). Secaram-se os discos em temperatura ambiente por uma semana e, posteriormente, foram levados para estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 103 ± 2 °C, até

massa constante. A densidade básica foi determinada pela razão entre a massa seca e o volume verde.

3.7.2 Determinação dos extrativos totais da madeira

Para a determinação dos extrativos totais, os discos foram transformados em cavacos, por meio de uma plaina elétrica e formão. Posteriormente, procedeu-se à moagem de todos os cavacos em moinho tipo martelo. Durante o processo de moagem, procurou-se realizar pausas sucessivas no moinho, no intuito de evitar o aquecimento da serragem e, conseqüentemente, a degradação térmica dos constituintes da madeira. As amostras de serragem obtidas foram armazenadas em sacos de papel devidamente identificados.

As amostras moídas foram classificadas por meio de uma sobreposição de peneiras de 40 e 60 mesh, sendo utilizada a fração que passou pela peneira de 40 mesh e ficou retida na de 60 mesh. Após a classificação, as amostras foram levadas à sala de climatização do Laboratório de Tecnologia da Madeira (DCF/UFLA) à temperatura de 20 ± 2 °C e umidade relativa de $60 \pm 5\%$, para estabilização do material.

Após o processo de preparação das amostras, realizou-se a determinação do teor de extrativos totais na madeira, de acordo com a norma estabelecida pela M3/69 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL - ABCP, 1974), havendo uma sequência de extração em vários tipos de solventes.

A extração iniciou-se por meio de solução de toluol/etanol na proporção 1:2 por 4 horas, seguido da extração com álcool 95% por mais 4 horas em extratores do tipo Soxhlet-condensador acoplados a balões de fundo chato de 250 ml e aquecidos por chapas elétricas. Em seguida, transferiram-se as amostras para cadinhos e lavou-se em água destilada quente por duas horas. Após esse período, os cadinhos com a amostra úmida foram levados para a estufa, a 50 °C,

por um período de 12 horas e, posteriormente, elevada a temperatura de 103 ± 2 °C, até atingir massa constante.

3.8 Análise da variância para as características da madeira

Para a realização das análises de variância, seguiu-se o procedimento do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000), baseando-se no seguinte modelo biométrico:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

em que Y_{ij} : valor observado no $i^{\text{ésimo}}$ genótipo de $j^{\text{ésimo}}$ bloco; μ : média geral observada; g_i : efeito do $i^{\text{ésimo}}$ genótipo (efeito aleatório); b_j : efeito do $j^{\text{ésimo}}$ bloco (efeito aleatório) e ε_{ij} : erro experimental.

Para tanto, foram realizadas análises nas seguintes variáveis: diâmetro a 1,30 m do solo, altura total, densidade básica e teor de extrativos a 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott.

Em resumo, para as características de diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total avaliados aos 10, 24 e 80 meses, em uma primeira etapa, procederam-se as análises de variância conduzida em dados balanceados de média de parcela. E, em uma segunda etapa, procederam-se as análises de procedência/progênie de meios-irmãos, com informações de indivíduos dentro de parcela. Devido ao desbalanceamento dos dados nessa análise, utilizou-se o método REML/BLUP.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 é apresentada a taxa de sobrevivência das árvores em cada bloco, nas diferentes idades. A taxa de sobrevivência dos indivíduos no experimento foi alta, apresentando valores acima de 70%, em todas as idades avaliadas. A maior taxa de sobrevivência foi observada no bloco 2, seguida pelos blocos 3 e 1. Apesar de o plantio ter sido feito em curvas de nível, essas diferenças nas taxas de sobrevivência entre blocos são explicadas, principalmente, pela própria localização do bloco dentro da área experimental, tendo em vista que o relevo local não é uniforme, conforme apresentado na Figura 3. Contudo, é necessário lembrar que esse local de estudo foi propositalmente escolhido por representar a topografia e as propriedades físicas e químicas do solo das pequenas propriedades rurais que, futuramente, poderão se beneficiar da seleção apropriada de materiais genéticos. Portanto, as referidas condições de estudo fazem parte dos objetivos do presente trabalho.

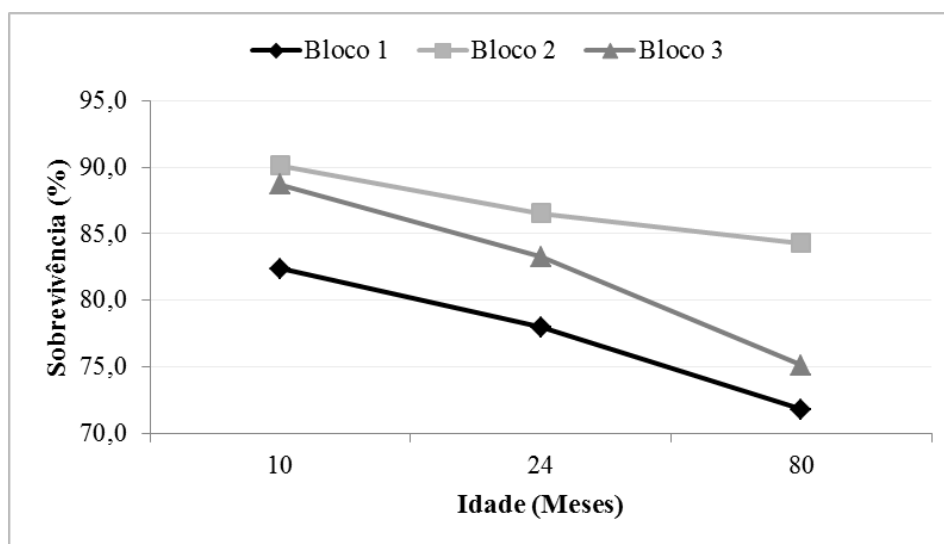


Gráfico 1 Sobrevivência média das plantas nos diferentes blocos para cada idade

Considerando as informações obtidas na última avaliação, idade de 80 meses, o total de indivíduos mortos foi de 154, sendo 64, 35 e 55 para o bloco 1, 2 e 3, respectivamente. Os dados da Tabela 1 mostram que, dentre as 40 progênes avaliadas, a taxa de sobrevivência variou de 50% (progênie 11) a 100% de sobrevivência (progênes 28 e 3). A classificação apresentada na Tabela 1 mostra que cerca de 75 % das progênes apresentaram sobrevivência superior a 70%.

Tabela 1 Ranqueamento das progênes pela porcentagem de sobrevivência

Classificação	Progênie	Sobrevivência (%)
1°	28	100,0
2°	3	100,0
3°	32	94,4
4°	24	94,4
5°	18	94,4
6°	34	91,7
7°	10	88,9
8°	8	88,9
9°	31	88,9
10°	5	88,9
11°	30	83,3
12°	40	83,3
13°	39	83,3
14°	35	83,3
15°	29	83,3
16°	22	83,3
17°	15	83,3
18°	4	83,3
19°	6	77,8
20°	27	77,8
21°	26	77,8
22°	25	77,8
23°	2	77,8
24°	37	72,2
25°	17	72,2
26°	9	72,2
27°	36	72,2

Tabela 1, conclusão

28°	14	72,2
29°	13	72,2
30°	7	72,2
31°	1	72,2
32°	21	66,7
33°	20	66,7
34°	16	66,7
35°	19	61,1
36°	12	61,1
37°	38	58,3
38°	33	57,8
39°	23	55,6
40°	11	50,0

Em decorrência da idade, do tipo de solo e do relevo que submetem as árvores a níveis de estresse relativamente alto, pode-se considerar que a taxa de sobrevivência do experimento foi aceitável. A capacidade da candeia em sobreviver, crescer e desenvolver em condições ambientais adversas é relatada por vários autores. Dentre eles citam-se Estopa et al. (2006), Pérez (2001), Scolforo et al. (2008) e Silva (2003). Segundo CETEC (1994), a rusticidade da candeia é a provável causa de formação dos candeais nativos.

Este resultado está de acordo com Silva (2003) que, ao avaliar a taxa de mortalidade, no mesmo experimento aos 6 meses de idade, concluiu que as progênies não exibem maior ou menor capacidade de sobrevivência às condições de estresse presentes no campo, não existindo diferenças estatísticas entre as progênies para esta característica.

Acredita-se que haja alta eficiência no estabelecimento de *E. erythropappus*, pois é marcante a presença de regeneração nas áreas estudadas, bem como a quantidade de indivíduos por hectare (BARREIRO, 2005). Fernandes (2009) observou a frequência de 1.310 indivíduos por hectare com

diâmetro superior a 5 cm, em dois fragmentos localizados em Lima Duarte, MG, correspondendo a 81,2% do total das espécies inventariadas.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise de variância para o diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total das árvores avaliadas em todas as idades de estudo. Nota-se que o efeito da progênie foi não significativo, nas idades avaliadas, para a característica altura. Para o diâmetro, somente na idade de 80 meses o efeito da progênie foi significativo. Contudo, verifica-se a evolução dos valores dos quadrados médios de progênies em relação aos quadrados médios residuais, indicando que a referida diferença estatística entre progênies ocorreu entre os 24 e 80 meses de idade.

Tabela 2 Resumo da análise de variância para diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total (ALT), nas diferentes idades

FV	GL	Quadrado médio					
		DAP (cm)			Altura (m)		
		10 meses	24 meses	80 meses	10 meses	24 meses	80 meses
Progênie	39	0,0478 ^{ns}	0,2504 ^{ns}	1,3364*	0,0209 ^{ns}	0,0654 ^{ns}	0,3993 ^{ns}
Bloco	2	0,2496	1,7202	5,8758	0,0834	0,2632	1,4458
Resíduo	78	0,0741	0,2679	0,8064	0,0257	0,0530	0,2992
Média	-	1,2167	2,1919	3,0752	0,8117	1,4133	3,4946
CVe	-	22,38	23,61	29,20	19,75	16,29	15,65

FV: fonte de variação; CVe: coeficiente de variação experimental; GL: grau de liberdade; *: significativo a 5% de significância; ^{ns}: não significativo, a 1% de significância

Os coeficientes de variação estimados para a característica DAP variaram entre 22,38% a 29,20%, enquanto para a característica altura variaram entre 15,65% a 19,75% (Tabela 2). Esses valores de CV se localizam dentro de uma faixa considerada como satisfatória, considerando que se trata de um teste de campo que foi conduzido em um ambiente com relevo muito variável, como anteriormente foi mencionado.

Sabendo-se que o crescimento em altura e em diâmetro das árvores é o resultado da atividade dos meristemas apical e cambial, respectivamente (HUSCH; MILLER; BEERS, 1982) e que este é influenciado pelos efeitos genéticos e pelas condições ambientais, tais como os fatores climáticos, edáficos, topográficos e de competição (LAMPRECHT, 1990), pode-se inferir que a primeira fase do desenvolvimento vegetal tem o crescimento primário mais evidente, pois está consolidando os primórdios do corpo da planta, que está sempre em desenvolvimento nos ápices. Já o crescimento secundário é uma atividade cambial que, sob a ação de hormônios, é estimulado a dividir-se em camadas tanto em direção à casca como em direção ao centro do tronco. Assim, os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que a variação no crescimento primário na população estudada de candeia não foi influenciada pelos genótipos das plantas em teste e, sim, pelo ambiente em que elas vivem. Os efeitos genéticos somente foram constatados para o crescimento secundário, ou seja, no DAP, na avaliação ocorrida aos 80 meses.

Esse resultado, obtido para o crescimento secundário, indica que a significância da variação entre progênies foi devido à liberação da variabilidade genética que ocorreu ao longo do tempo, tendo em vista que os genes dos indivíduos vão se expressando de maneira diferente e em função do desenvolvimento das árvores, quando são mais destacadas as diferenças nas propriedades de arquitetura de copa/eficiência no uso de fatores do meio (luz, água e nutrientes), bem como da resistência/tolerância ao estresses bióticos e abióticos (SANTOS, 2008). Essas variações são amplamente divulgadas pela literatura e, na maioria das vezes, são vinculadas às diferenciadas expressões gênicas (ALLARD, 1999; FEHR, 1991) que ocorrem, principalmente quando se trata de materiais genéticos ainda não melhorados (PIRES et al., 1996).

As estimativas dos parâmetros genéticos obtidas pela metodologia REML/BLUP, para os caracteres diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total

nas idades de 10, 24 e 80 meses em *E. erythropappus*, estão apresentados na Tabela 3.

A variância genética aditiva entre famílias ($\hat{\sigma}_a^2$) para as características DAP e altura apresentaram valores crescentes com a idade. A variância genética aditiva é um indicador das propriedades genéticas da população. Neste caso, mede a variação dos valores genéticos de efeito aditivo, ou seja, daqueles alelos que serão passados para as próximas gerações (FALCONER; MACKAY, 1996). Visualiza-se que a variação desses alelos é muito pequena nas idades iniciais, apresentando um aumento com o avanço da idade. Essa variação é diretamente relacionada à expressão dos genes e, assim, com o aumento da idade, as árvores entram em competição por luz, água, etc. Dessa forma, diferentes genes vão se expressando. Esse parâmetro, também chamado de valor de melhoramento (*Breeding value*), expressa o potencial de ganho com a seleção (FALCONER; MACKAY, 1996). No presente estudo, observou-se que a variação entre esses valores genéticos foi pequena, podendo-se, assim, inferir que, provavelmente, os genótipos pertencem a um mesmo *pool* gênico.

Tabela 3 Estimativas de médias, componentes de variância e herdabilidade (REML individual), pelo programa SELEGEN, para a característica diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total (ALT), em famílias de meios-irmãos de *Eremanthus erythropappus*, aos 10, 24 e 80 meses

Parâmetros	Meses					
	DAP (cm)			ALT (m)		
	10	24	80	10	24	80
$\hat{\sigma}_a^2$	0,001	0,023	0,720	0,001	0,019	0,273
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,037	0,122	0,459	0,012	0,028	0,254
$\hat{\sigma}_{proc}^2$	0,000005	0,000016	0,0052	0,000001	0,000019	0,000251
$\hat{\sigma}_e^2$	0,119	0,476	0,632	0,046	0,084	0,166
$\hat{\sigma}_f^2$	0,157	0,621	1,812	0,059	0,132	0,694

Tabela 3, conclusão

\hat{h}_a^2	0,005	0,037	0,396	0,009	0,145	0,393
$\hat{s}(\hat{h}_a^2)$	0,017	0,046	0,157	0,022	0,091	0,156
h_m^2	0,027	0,167	0,775	0,046	0,470	0,773
$r_{\hat{a}am}^2$	0,166	0,408	0,880	0,216	0,686	0,879
C_{parc}^2	0,234	0,197	0,253	0,209	0,214	0,367
C_{proc}^2	0,00003	0,00003	0,00286	0,00002	0,00014	0,00036
CV _{gi} (%)	2,37	6,87	27,65	2,87	9,67	14,91
CV _{gp} (%)	1,19	3,43	13,82	1,43	4,83	7,45
CV _e (%)	19,53	20,55	26,36	17,46	14,81	16,06
CV _r	0,12	0,33	1,05	0,16	0,65	0,93
Média geral	1,22	2,20	3,07	0,81	1,43	3,50

$\hat{\sigma}_a^2$ = variância genética aditiva; $\hat{\sigma}_{\text{parc}}^2$ = variância ambiental entre famílias; $\hat{\sigma}_{\text{proc}}^2$ = variância genética entre procedências; $\hat{\sigma}_e^2$ = variância residual dentro das parcelas (ambiental + genética não aditiva); $\hat{\sigma}_f^2$ = variância fenotípica individual; \hat{h}_a^2 = coeficiente de herdabilidade individual, no sentido restrito no bloco, ou seja, dos efeitos aditivos; $\hat{s}(\hat{h}_a^2)$ = desvio padrão das estimativas de herdabilidade; h_m^2 = herdabilidade em nível de médias de famílias; $r_{\hat{a}am}^2$ = acurácia seletiva para seleção de famílias; C_{parc}^2 = coeficiente de determinação dos efeitos da família; C_{proc}^2 = coeficiente de determinação dos efeitos de procedência; CV_{gi} = coeficiente de variação genética aditiva individual; CV_{gp} = coeficiente de variação genotípica entre famílias; CV_e = coeficiente de variação residual. CV_r = razão entre CV_{gi}/CV_e.

A variância fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$), para as duas características estudadas, mostrou tendência de apresentar valores mais altos nas idades mais elevadas. Sabendo que a variância fenotípica é resultado da ação variação do ambiente e da variação genotípica e, até mesmo, pelo fato de a variabilidade genética ser liberada com o crescimento das árvores e a competição, é esperado que esse parâmetro apresente esse comportamento.

Os valores de herdabilidade individual no sentido restrito (\hat{h}_a^2) apresentaram valores de medianos a baixos. Este fato está associado à baixa variação genética aditiva observada, que inferiu os valores de herdabilidade. No entanto, é interessante destacar que, mesmo apresentando baixos valores, esses resultados são inerentes à herdabilidade no sentido restrito. Caso se considerem os efeitos de dominância e epistáticos, os valores de herdabilidade no sentido amplo poderão ser mais expressivos. Nesse sentido, é fundamental o desenvolvimento de trabalhos que estabeleçam protocolos de propagação vegetativa de *Eremanthus* sp., tendo em vista que possibilitará a exploração da variância total, considerando os efeitos aditivos e não aditivos, fato que possibilitará a obtenção de ganhos mais expressivos na seleção, bem como maior produtividade e homogeneidade, assim como já obtida com outras espécies, especialmente do gênero *Eucalyptus* spp. (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Mesmo apresentando baixa variância genética aditiva e, portanto, baixos valores de herdabilidade no sentido restrito, observou-se coeficiente de variação relativa (CVr) favorável à seleção. Esse coeficiente, quando apresenta valores acima de 1,0, é importante para mostrar a possibilidade de ganhos com a seleção de indivíduos na população (VENCOVSKY, 1987).

Verificaram-se, também, valores de baixos a médios para herdabilidade nas médias de famílias (h_m^2), variando, para o caráter DAP, de 0,027 a 0,775 e, para altura, de 0,046 a 0,773. Observando-se os valores de acurácia ($r_{\hat{a}am}^2$) para essas estimativas, nota-se que os maiores foram obtidos na idade de 80 meses, atingindo 0,879 para altura e 0,880 para DAP.

Vencovsky e Barriga (1992) destacam que a estimativa da herdabilidade, baseada em média de progênie, assume maior grau de precisão e, por

consequência, maior acurácia. Segundo estes autores, isso é devido a uma diminuição da influência dos erros experimentais quando se utiliza a média.

O parâmetro C^2_{parc} apresentou ligeira tendência de aumento com o avançar da idade, no entanto, os valores foram baixos, indicando que ocorreu baixa variação ambiental no experimento. O parâmetro C^2_{proc} , que revela a variação entre as procedências, apresentou também baixos valores nas idades estudadas. Esse resultado é consoante com os resultados de variância genética, o qual demonstra que há baixa variação entre as procedências.

Para níveis de variação entre procedências ou origens com ampla área de distribuição geográfica, como é o caso de *E. erythropappus*, era esperado que ocorressem diferenças genéticas estatísticas significativas. A pequena diferença de altitude entre os locais de coleta das sementes utilizadas no teste pode ter contribuído para a não detecção destas variações.

Dessa forma, utilizaram-se os resultados advindos da variável DAP aos 80 meses para realizar a seleção das melhores progênies selecionadas pelo programa SELEGEN e, por meio desta, coletar a madeira e realizar as análises laboratoriais.

A seleção visando à propagação vegetativa ou clonal é uma estratégia mais efetiva, conduzindo a ganhos bem superiores que aqueles fundamentados na propagação sexuada (SANTOS, 2008). Na Tabela 4 estão apresentados os indivíduos selecionados para o corte e posterior análise da madeira, bem como os valores genotípicos preditos (a), a média genotípica predita ($\mu+a$), a média da população melhorada e os ganhos em percentagem para o caráter DAP, aos 80 meses de idade. Os percentuais de ganho variaram de 45,71% a 6,05%.

Ressalta-se que foram selecionados os indivíduos que apresentavam maior efeito genético aditivo no campo para se tornarem porta-sementes e precursoras de regeneração natural. Como a seleção foi fundamentada na seleção de famílias, coletaram-se os indivíduos que obtiveram o segundo e o terceiro

lugares no *ranking* de ganhos genéticos aditivos por família, fato este que justifica a alta variabilidade observada nos ganhos percentuais dos indivíduos coletados.

De acordo com os resultados obtidos pelo SELEGEN, as famílias 6, 10, 11, 12, 16, 18, 26, 28, 31 e 36 apresentaram os maiores ganhos genéticos aditivos. Observou-se que 6 famílias são pertencentes à procedência 1 (entre 1.000 m e 1.200 m de altitude) e as outras 4 pertencentes à procedência 2 (entre 1.200 m e 1.400 m de altitude). Porém, esse dado não significa que exista variabilidade genética significativa entre as procedências avaliadas.

Tabela 4 Valor genotípico ao nível de indivíduo, média genotípica, ganho, média dos indivíduos selecionados e percentual de ganho para o caráter DAP, aos 80 meses

Ordem	Bloco	Família	Árvore	a	$\mu+a$	Ganho	Média	GD %
1	3	11	2	0,9732	4,0422	1,4028	4,4717	45,71
2	1	16	3	0,9661	4,0350	1,3892	4,4581	45,27
3	1	28	1	0,9588	4,0277	1,3761	4,4450	44,84
4	3	12	1	0,9576	4,0265	1,3638	4,4327	44,44
5	3	16	3	0,9494	4,0183	1,3520	4,4209	44,05
6	2	10	5	0,9373	4,0062	1,3405	4,4094	43,68
7	1	26	2	0,9000	3,9689	1,3182	4,3871	42,95
8	3	31	3	0,8038	3,8727	1,2642	4,3331	41,19
9	3	31	2	0,7669	3,8358	1,2228	4,2918	39,84
10	1	11	3	0,7619	3,8308	1,2132	4,2822	39,53
11	3	26	5	0,7424	3,8113	1,2036	4,2725	39,22
12	2	26	5	0,7415	3,8105	1,1944	4,2633	38,92
13	3	12	6	0,7411	3,8100	1,1855	4,2544	38,63
14	3	10	3	0,6965	3,7655	1,1761	4,2450	38,32
15	2	11	6	0,6726	3,7415	1,1575	4,2265	37,72
16	2	6	5	0,6676	3,7365	1,1486	4,2175	37,43
17	1	26	5	0,6558	3,7247	1,1314	4,2003	36,87
18	2	26	1	0,6448	3,7137	1,1230	4,1920	36,59
19	3	18	2	0,5934	3,6623	1,0976	4,1665	35,77
20	1	31	3	0,5932	3,6621	1,0895	4,1584	35,50
21	2	12	4	0,5927	3,6616	1,0816	4,1505	35,24
22	2	10	3	0,5733	3,6422	1,0736	4,1426	34,98
23	2	16	6	0,5483	3,6172	1,0656	4,1345	34,72
24	1	10	4	0,5452	3,6141	1,0577	4,1266	34,46
25	1	36	2	0,5452	3,6141	1,0500	4,1189	34,21
26	1	18	2	0,5432	3,6121	1,0426	4,1115	33,97
27	2	36	1	0,5235	3,5924	1,0211	4,0901	33,27
28	2	31	2	0,4984	3,5673	0,9812	4,0501	31,97
29	3	36	3	0,4931	3,5620	0,9688	4,0377	31,57
30	3	18	5	0,4460	3,5149	0,9444	4,0133	30,77
31	1	10	2	0,4346	3,5035	0,9325	4,0014	30,39
32	2	16	1	0,4009	3,4698	0,9039	3,9728	29,45

Tabela 4, conclusão

33	3	6	4	0,3979	3,4669	0,8983	3,9672	29,27
34	2	11	2	0,3777	3,4466	0,8475	3,9164	27,62
35	2	36	3	0,3760	3,4449	0,8428	3,9117	27,46
36	1	6	3	0,3577	3,4266	0,8292	3,8981	27,02
37	3	36	6	0,3503	3,4192	0,8159	3,8848	26,59
38	1	12	4	0,3351	3,4040	0,8073	3,8762	26,31
39	3	10	5	0,3325	3,4014	0,8030	3,8719	26,17
40	3	11	4	0,3144	3,3833	0,7864	3,8553	25,62
41	3	16	4	0,2905	3,3594	0,7477	3,8166	24,36
42	1	6	6	0,2840	3,3529	0,7405	3,8094	24,13
43	2	6	2	0,2253	3,2942	0,6796	3,7485	22,14
44	1	31	2	0,1324	3,2013	0,6175	3,6864	20,12
45	1	28	3	0,1156	3,1845	0,5841	3,6530	19,03
46	3	28	2	0,0579	3,1269	0,5229	3,5919	17,04
47	1	18	4	0,0041	3,0730	0,4789	3,5478	15,60
48	3	6	3	-0,0029	3,0660	0,4664	3,5353	15,20
49	2	18	5	-0,0195	3,0494	0,4462	3,5152	14,54
50	2	12	3	-0,0339	3,0350	0,4346	3,5035	14,16
51	1	16	5	-0,0614	3,0075	0,4156	3,4846	13,54
52	3	28	1	-0,0895	2,9794	0,3901	3,4590	12,71
53	2	28	1	-0,1423	2,9266	0,3566	3,4255	11,62
54	1	12	2	-0,1764	2,8925	0,3328	3,4017	10,84
55	2	18	6	-0,3835	2,6854	0,2094	3,2783	6,82
56	3	26	1	-0,4326	2,6363	0,1857	3,2546	6,05

a: valores genotípicos preditos; $\mu+a$: média genotípica predita; GD: ganho genético

No Gráfico 2 são apresentados os valores médios de densidade básica nas 10 progênes superiores avaliadas. Os valores variaram de 0,55 a 0,60 g/cm³, sendo obtidos o menor e o maior valor pelos indivíduos das progênes 12 e 18, respectivamente. Esse resultado está de acordo com Santos et al. (2011), que encontraram valor médio, para a madeira de candeia, de 0,58 g/cm³.

Segundo Scolforo et al. (2004), a faixa de densidade básica ao longo da candeia nativa situa-se entre 0,60 e 0,78 g/cm³, enquanto Perez et al. (2004) observaram que a densidade básica na candeia tende a aumentar seu valor nas árvores de menor diâmetro para as de maior diâmetro.

Sabe-se que esta propriedade é variável entre as espécies de árvores, dentro das mesmas espécies e ao longo das dimensões das árvores, tanto no sentido base-topo quanto no sentido medula-casca. Diante dessa afirmativa, supõe-se que os valores encontrados ficaram abaixo do observado por Scolforo et al. (2004) porque sofreram influência da idade das árvores na ocasião de coleta da madeira, já que se espera que a densidade básica aumente com a idade das árvores (KOLLMANN; COTÊ, 1968).

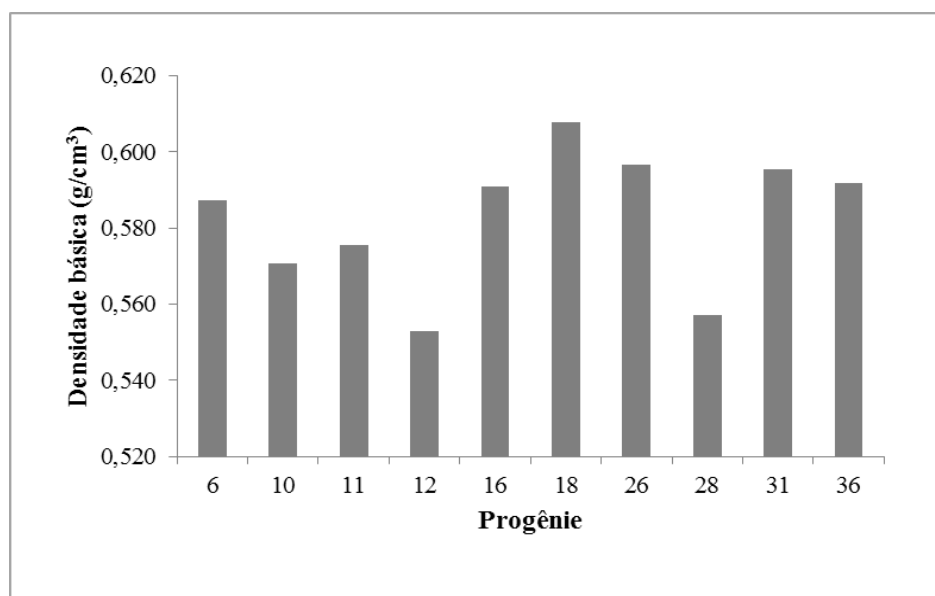


Gráfico 2 Valores médios de densidade básica nas progênies avaliadas

No Gráfico 3 são apresentados os valores médios de extrativos totais para as 10 progênes avaliadas. A percentagem de extrativos totais encontrados na madeira de candeia variou entre 3,98% a 5,27%, tendo sido apresentados o menor e o maior valor pelas progênes 36 e 12, respectivamente.

Em estudos para avaliar a influência dos extrativos na resistência da madeira ao apodrecimento causado pelo fungo *Gloeophyllum trabeum*, foi encontrado um percentual de 10,9% de extrativos totais na madeira de candeia nativa (OLIVEIRA et al., 2005). O fato de a candeia apresentar valores elevados para extrativos totais é esperado, visto que esta espécie possui considerável concentração de óleo em sua madeira.

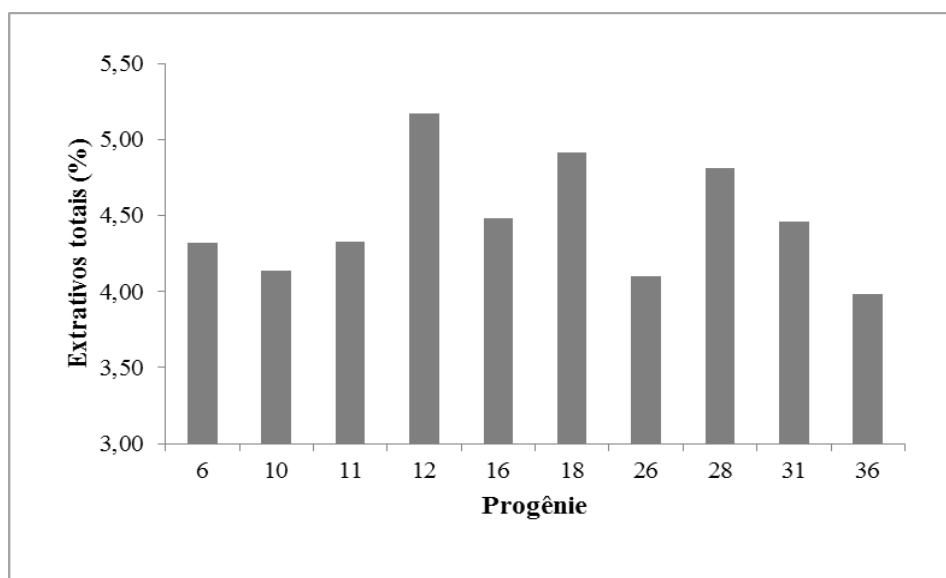


Gráfico 3 Valores médios de extrativos totais nas progênes avaliadas

Como pode ser observado na Tabela 5, o efeito da progênie foi não significativo para a densidade básica e o teor de extrativos totais na madeira das 10 progênies coletadas, a 5% de probabilidade. O coeficiente de variação para as análises de densidade básica foi de 4,62%, enquanto que para as análises de extrativos totais foi de 17,57%.

Tabela 5 Resultados das análises de variância das progênies para densidade básica e extrativos totais da madeira de candeia

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	
		Densidade básica (g/cm ³)	Extrativos totais (%)
Progênie	9	0,0011 ^{ns}	0,4475 ^{ns}
Bloco	2	0,0007	0,2678
Resíduo	18	0,0007	0,6168
Média	-	0,5823	4,4710
CVe	-	4,62	17,57

CVe: coeficiente de variação experimental (%); ^{ns}: não significativo, a 5% de significância

Sugere-se que outras propriedades da madeira sejam avaliadas, nesses mesmos genótipos, para se ter um maior conhecimento de sua qualidade, visto que apenas com as análises de densidade básica e extrativos totais não foi possível observar diferenças significativas.

Tabela 6 Correlação entre as características diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), altura (ALT), densidade básica (DB) e extrativos totais

Variáveis	DAP	ALT	DB	Extrativos
DAP	-	0,80	0,18	0,16
ALT	0,80	-	0,21	0,00
DB	0,18	0,21	-	0,01
Extrativos	0,16	0,00	0,01	-

DAP: diâmetro a 1,30 m do solo; DB: densidade básica

Por meio de correlações fenotípicas e de qualidade da madeira, observaram-se altos valores quando comparados o DAP e a altura, indicando que há uma relação direta entre essas características (Tabela 6). Assim, com a

relação intrínseca, a seleção direta para um caráter consistirá num ganho direto no outro caráter. A correlação entre o DAP e a altura é ilustrada no Gráfico 4.

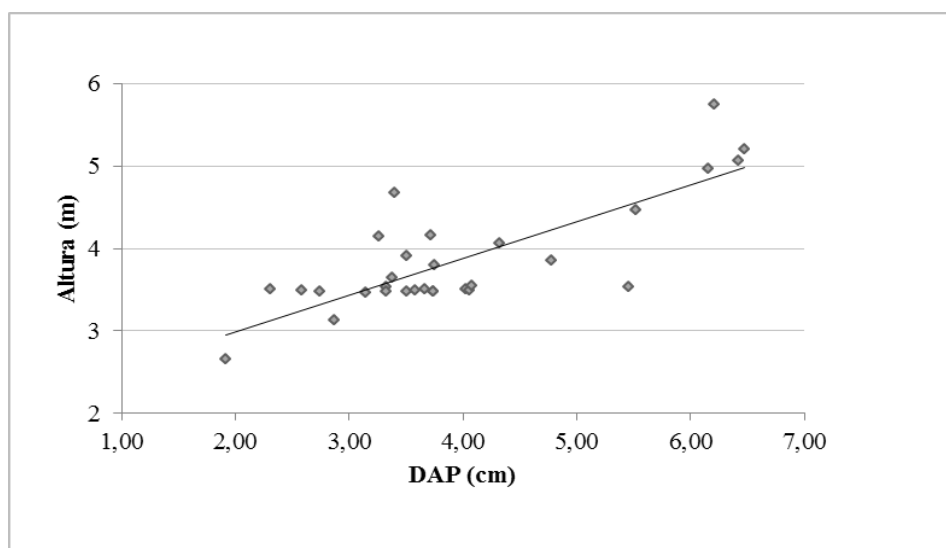


Gráfico 4 Gráfico de correlação entre o DAP e a altura

As 20 árvores que apresentaram os maiores ganhos genéticos constituirão as árvores porta-sementes utilizadas para a implantação do pomar de sementes (PS). O ganho genético médio com esta seleção foi de 61,5% (Tabela 7). A projeção de uma distribuição espacial que vise maximizar a recombinação gênica dos materiais selecionados é fundamental, pois a próxima geração, que será constituída por regeneração natural, dará origem à população comercial do agricultor.

Tabela 7 Árvores selecionadas aos 80 meses de idade para serem porta-sementes

Ordem	Genótipo	Árvore	Bloco	GD (%)
1	31	1	1	79,0834
2	6	5	3	77,1055
3	30	1	1	74,0621
4	18	6	1	72,3221
5	10	3	1	68,5879
6	39	3	3	65,6813
7	26	1	1	63,5535
8	31	1	2	61,8232
9	18	3	2	60,4742
10	36	6	2	59,3598
11	36	6	1	58,4051
12	31	4	1	57,5383
13	18	2	2	56,7465
14	31	3	2	55,9026
15	28	2	2	55,0586
16	6	2	1	54,2896
17	26	4	3	53,5956
18	39	2	3	52,9243
19	26	3	1	52,3085
20	11	5	1	51,6470

Este pomar terá um arranjo de rametes em blocos consecutivos, a fim de diminuir a taxa de endogamia entre as próximas gerações (MORI, 1988). A sistemática de posição das plantas será a partir de arranjos clonais, dentro de cada repetição do bloco. As mudanças na composição da vizinhança ao redor de cada ramete são ilustradas na Figura 7, cuja área tem uma densidade de 400 árvores porta-sementes por hectare. Essa densidade foi escolhida por representar uma população de Baependi, MG, estudada por Barreira (2005), que se localiza geograficamente próxima ao local de coleta de sementes utilizadas neste estudo.

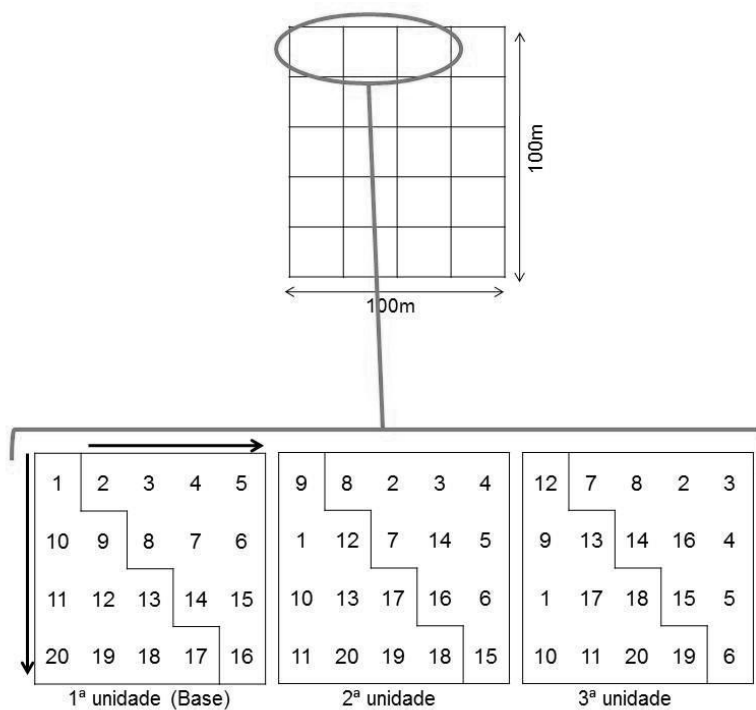


Figura 7 Representação da distribuição espacial das árvores porta-sementes dentro das unidades de plantio

O esquema de plantio proposto proporcionará ao produtor rural sementes superiores, baixa taxa de endogâmica e, conseqüentemente, genótipos que apresentem características madeireiras superiores e de maior rentabilidade.

5 CONCLUSÕES

A seleção das árvores porta-sementes, a partir dos 80 meses, deverá ser conduzida com base no crescimento em DAP.

Sugere-se avaliar as características da madeira das progênies do teste em idades mais avançadas, pois, até os 80 meses, não foram observadas diferenças estatísticas entre as mesmas.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2nd ed. New York: J. Wiley, 1999. 245 p.
- ANTUNES, F. S. **Avaliação da qualidade da madeira das espécies *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium*, *Eucalyptus globulus* e *Populus tremuloides***. 2009. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.
- ARAÚJO, L. C. ***Vanillosmopsis erythropappa* (DC.) Sch. Bip: sua exploração florestal**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1944. 54 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941: madeira: determinação da densidade básica**. Brasília, 2003. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas técnicas M3/69**. São Paulo, 1974. Disponível em: <<http://www.abtcp.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2011.
- BARREIRA, S. **Diversidade genética em população natural de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish como base para o manejo florestal**. 2005. 61 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.
- BOTREL, M. C. G. **Melhoramento genético do *Eucalyptus* para a biomassa florestal e qualidade do carvão vegetal**. 2006. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- CAIXETA, R. P. et al. Propriedades e classificação da madeira aplicadas à seleção de genótipos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 43-51, jan./fev. 2003.
- CÂNDIDO, J. F. **Cultura da candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip)**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 7 p.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Ecofisiologia da candeia: relatório técnico**. Belo Horizonte, 1994. 104 p.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. v. 1, 433 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro nacional de Pesquisa de Florestas. **Coleta de amostras para estudos da influência de tratamentos silviculturais na qualidade da madeira**. Colombo, 2003. 6 p. (Documentos, 91).

ESTOPA, R. A. et al. Diversidade genética em populações naturais de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 70, p. 97-106, 2006.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman Malaysia, 1996. 464 p.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. Iowa: Iowa State University, 1991. 536 p.

FERNANDES, L. M. **Inventário florestal de dois fragmentos com candeia (*Eremanthus erythropappus*) no município de Lima Duarte, MG**. 2009. 29 p. Monografia (Técnico em Gestão Ambiental) - Escola Agrotécnica Federal Inconfidentes, Inconfidentes, 2009.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/sisvarmanual.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2010.

GALDINO, A. P. P. Estudo sobre o rendimento e qualidade do óleo de candeia (*Eremanthus* spp) e a influência das diferentes origens comerciais da sua madeira. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 44-46, 2006.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic, 1977. 892 p.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. New York: Ronald, 1982. 401 p.

ISAAC, O.; THIEMER, K. Biochemical studies on chamomile components: III., in vitro studies about the antipeptic activity of α -bisabolol. **Arzneimittelforschung**, Prague, v. 25, p. 1352-1354, 1975.

KAMATOU, G. P. P.; VILJOEN, A. M. A review of the application and pharmacological properties of α -bisabolol and α -bisabolol-rich oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 1-7, Jan. 2010.

KLOCK, U. et al. **Química da madeira**. Curitiba: UFPR, 2005. 86 p. Apostila.

KOLLMANN, F. F. P.; COTE, W. A. J. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer, 1968. 562 p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

MARINO, C. L. Melhoramento genético de plantas e os transgênicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 52., 2006, Foz do Iguaçu. **Genética na Escola**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 2, p. 75-78, 2006.

MELHORAMENTO genético para a qualidade da madeira. **Revista da Madeira**, São Paulo, ano 13, n. 75, 2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=75&id=403>>. Acesso em: 10 out. 2010.

MINAS GERAIS. **Portaria n. 01**, de 5 de janeiro de 2007. Dispõe sobre normas para elaboração e execução do plano de manejo para produção sustentada da candeia - *Eremanthus erythropappus* e *Eeremanthus incanus* no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=6692>>. Acesso em: 15 fev. 2011.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 111 p.

MORI, E. S. Pomares de sementes florestais. **Série Técnicas IPEF**, Piracicaba, v. 5, n. 16, p. 1-27, 1988.

MOURA, M. C. de O. **Distribuição da variabilidade genética em populações naturais de *Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish por isoenzimas e RAPD**. 2005. 165 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

NASCIMENTO, A. M. A. Synergistic bactericidal activity of *Eremanthus erythropappus* oil or *b*-bisabolene with ampicillin against *Staphylococcus aureus*. **Antonie van Leeuwenhoek**, New York, v. 92, n. 1, p. 95-100, 2007.

OLIVEIRA, A. D. de et al. Market chain analysis of candeia timber (*Eremanthus erythropappus*). **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 257-264, jul./set. 2009.

OLIVEIRA, J. T. S. et al. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 819-826, set./out. 2005.

PÉREZ, J. F. M. **Sistema de manejo para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

PÉREZ, J. F. M. et al. Sistema de manejo para a candeia – *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish – a opção do sistema de corte seletivo. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 257-273, jul./dez. 2004.

PIRES, I. E. et al. Índice de seleção combinada aplicada ao melhoramento genético de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 2, p. 191-197, mar./abr. 1996.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

_____. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 589-647.

_____. **O software Selegen Reml/Blup**. Campo Grande: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. 299 p.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: E. Blücher, 1979. 296 p.

ROSUMÉK, F. B. Associação de *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish (Asteraceae) com formigas e sua relação com a mirmecofauna do solo em floresta de altitude, região central de Minas Gerais. **Lundiana**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 41-47, 2008.

SALUSTIANO, M. E. et al. Extratos de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) na inibição in vitro de *Cylindrocladium scoparium* e de quatro espécies de ferrugens. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 189-193, abr./jun. 2006.

SANTOS, A. M. **Estimativas de parâmetros genéticos e avaliação da eficiência da seleção precoce em baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2008. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SANTOS, R. C. et al. Utilização de resíduos da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) na produção de painéis aglomerados com adição de PET. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 149-158, jan./mar. 2011.

SCOLFORO, J. R. S. et al. Estimativas de volume, peso seco, peso de óleo e quantidade de moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 87-102, jan./jun. 2004.

_____. **O manejo de candeia nativa**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2008. 44 p.

SILVA, A. C. **Variações genéticas em candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish): simbiose e desenvolvimento radicular e estabelecimento inicial em áreas degradadas**. 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SILVA, A. C.; ROSADO, S. C. S.; VIEIRA, C. T. Variação genética entre e dentro de procedências de candeia (*Eremanthus erythropappus*) para a resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 5., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 2002. p. 277-279.

SILVA, J. M. F. Colheita de sementes e seleção de árvores matrizes de eucalipto. **Boletim SIF**, Viçosa, MG, n. 19, p. 1-11, 1968.

SILVA, M. A. S. et al. Análise da distribuição espacial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) sujeita ao sistema de manejo de porta-sementes. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 311-316, out./dez. 2008.

SIQUEIRA, A. C. M. de F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos ex situ do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog) – Leguminosae. **Revista Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-243, 1993.

TONETTI, O. A. O. et al. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 114-121, jan./fev. 2006.

TRUGILHO, P. F. et al. Clones de *Eucalyptus* versus a produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 145-155, abr./jun. 2005.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VENTURIN, N. et al. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 211-219, maio/ago. 2005.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa, MG: SIF, 1984. 21 p. (Boletim Técnico, 1).

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 272 p.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 363 p.

ANEXO

Tabela 1A Dados coletados em campo, no teste de procedência/progênie instalado em Itutinga, MG

Ordem	Progênie	Bloco	Planta	Diâmetro 80 meses (cm)	Altura 80 meses (m)
1	31	1	1	8,91	4,4
2	30	1	1	8,59	4,7
3	18	1	6	7,96	5,8
4	10	1	3	7,80	5,9
5	6	3	5	7,64	3,5
6	36	1	6	7,48	5,4
7	26	1	1	7,48	5,1
8	39	3	3	7,48	4,5
9	7	1	1	6,84	5,3
10	26	1	3	6,84	5,3
11	31	1	4	6,84	5,3
12	39	3	2	6,84	4,8
13	7	1	3	6,68	5,1
14	11	1	5	6,68	5,4
15	18	2	3	6,53	4,3
16	36	1	1	6,37	5,3
17	18	2	2	6,37	3,7
18	31	2	1	6,37	4,5
19	28	2	2	6,37	3,9
20	6	1	2	6,21	4,4
21	26	1	2	6,05	5,0
22	31	2	3	6,05	4,8
23	22	2	6	5,89	3,4
24	36	2	6	5,81	4,3
25	30	1	2	5,73	4,3
26	11	1	3	5,73	6,1
27	24	1	6	5,65	5,4
28	28	1	1	5,57	4,3
29	19	2	1	5,57	4,5
30	26	1	5	5,52	5,4

Tabela 1A, conclusão

31	12	2	5	5,49	4,5
32	10	1	4	5,41	5,3
33	36	1	2	5,41	4,5
34	40	3	2	5,41	3,3
35	38	1	1	5,33	5,1
36	16	1	3	5,25	4,9
37	10	1	2	5,17	5,5
38	10	1	6	5,09	4,9
39	26	2	4	5,09	3,5
40	27	2	1	5,01	5,3
...					
100	25	3	6	4,06	4,0
...					
200	1	2	2	3,18	3,5
...					
300	2	1	6	2,55	3,1
...					
400	14	3	6	2,07	2,9
...					
500	39	2	5	0,95	1,8
...					
512	24	2	1	0,64	1,7