



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

MARIANNA ABDALLA PRATA GUIMARÃES

CULTIVO DE *Tectona grandis* L.f. NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO - ES
OUTUBRO - 2012

MARIANNA ABDALLA PRATA GUIMARÃES

CULTIVO DE *Tectona grandis* L.f. NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. José Franklim Chichorro
Coorientador: Prof. Dr. Reginaldo Brito da Costa

JERÔNIMO MONTEIRO, ES
OUTUBRO - 2012

À minha mãe Marize
Aos meus irmãos Thallis e Lorena
Ao meu querido Wemerson
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas oportunidades e, principalmente, por me fazer ver que sempre há uma solução para tudo.

A minha mãe, que nunca mediu esforços em lutar para que nós chegássemos até aqui, e que sempre ensinou todos os valores que carregamos.

Ao Wemerson, por ter me apoiado a crescer, por me acompanhar nos trabalhos, por ter persistido e nunca desistido de nós.

À minha querida irmã Lorena, pela força, atenção, lições ensinadas, pelo tempo dedicado em ler o que fiz e por me acompanhar nos trabalhos.

Ao meu querido irmão Thallis, conhecido como *Tutu*, por simplesmente existir e fazer dos momentos muito divertidos, por me ajudar a conduzir o experimento e por me acompanhar nos trabalhos.

Ao meu pai, Armando Guimarães, pela expectativa e perseverança.

Aos meus familiares, por festejarem as vitórias ao meu lado, por me apoiarem e incentivarem nos momentos de dificuldades. Em especial à vovó Maria. Não poderia me esquecer do querido tio Carlinhos (*in memoriam*).

Aos queridos amigos que me ajudaram. Em especial ao André (“*Técnico/Perito*”) por ter me apoiado na condução do experimento; ao Guilherme (popular “*Alejandro*”) por me ajudar a plantar as “tequinhas” e dar uma força nos momentos de dúvidas; ao Filipe (“*Japonês*”) por ter me apoiado na condução do experimento, passando algumas horas molhando as plantas junto comigo; ao Reinaldo, pelo tempo dedicado em me ajudar no trabalho de zoneamento; ao amigo Gilson, por emprestar os tambores, indispensáveis para manter vivas as plantas do experimento; ao amigo Kledison, pelas caronas à Alegre e momentos de estudos e trabalho; e aos demais amigos não citados no momento.

Ao orientador professor Dr. José Franklim Chichorro, pela dedicação, por me apoiar para que o experimento se tornasse concreto, mesmo com todas as dificuldades encontradas, e por permitir concluir este sonho.

Ao coorientador Dr. Reginaldo Brito da Costa, que mesmo distante conseguiu realizar muito bem a função de co-orientador, pela atenção, pela

dedicação, principalmente no capítulo de melhoramento genético, pois sem ele eu não teria dado nem o primeiro passo.

Ao professor Dr. João Batista Pavesi Simão, examinador da banca, que contribuiu sabiamente para o enriquecimento do trabalho, e por ser o responsável pela intervenção, junto ao IFES, para a disponibilização da área usada no experimento.

À professora Dra. Maristela de Oliveira Bauer, examinadora da banca, pela colaboração no crescimento e enriquecimento de todo o trabalho, em especial pela dedicação no terceiro capítulo, com as análises de correlação cofenética.

Ao colaborador Dr. Marcos Deon Vilela de Resende pela brilhante aula de Selegen e de melhoramento, fundamental para concluir o capítulo três. Por sanar minhas dúvidas e atender todas as minhas expectativas e chamados sempre, obrigada.

Ao professor Elias Dardengo, pela liberação de material para a construção da cerca no experimento, indispensável ao plantio.

Ao colega Leonardo, que tentou sempre atender nossos pedidos em fornecer água, principalmente, e mão de obra complementar para algumas atividades do experimento.

Aos colegas do INCAPER, em especial Gercilene e Luiz Henrique, que me apoiaram na etapa final desta jornada e sempre compreenderam a situação.

Ao IFES pela liberação da área utilizada no experimento.

À Fapes, pela concessão da bolsa que me permitiu realizar este sonho de me tornar mestre, sem precisar me abster de dedicar todo tempo a esse sonho.

BIOGRAFIA

MARIANNA ABDALLA PRATA GUIMARÃES, filha de Armando Guimarães e Marize de Oliveira Prata, nasceu em 05 de agosto de 1985, na cidade de Vila Velha, Espírito Santo. Iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo em 2003, graduando em fevereiro de 2009. Durante a graduação, atuou por um período de 18 meses como professora e coordenadora do Curso Técnico em Gestão do Agronegócio na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Professora Célia Teixeira do Carmo”. Em 2009 ingressou na Escola Família Agrícola de Castelo, e logo mais, no ano de 2010, ingressou no Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo. Em abril de 2012, tendo sido aprovada em concurso público, ingressou no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, como Agente de Desenvolvimento Rural (extensionista) no Escritório Local de Desenvolvimento Rural de Jerônimo Monteiro. Submeteu-se à defesa de dissertação de mestrado no dia 03 de outubro de 2012.

SUMÁRIO

RESUMO	X
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.OBJETIVO GERAL	3
1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1.A TECA	4
2.1.1.Origem	4
2.1.2.Características Morfológicas e Fisiológicas	5
2.1.3.Características da Madeira	5
2.1.4.Exigências Edafoclimáticas	6
2.1.5.Produtividade da Teca	6
2.1.6.Controle Natural de Pragas	7
2.2.ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO	7
2.3.INVENTÁRIO FLORESTAL	9
2.4.MELHORAMENTO DE <i>Tectona grandis</i> L.f.	9
2.4.1.Teste de Progênie	10
2.4.2.Parâmetros Genéticos	10
2.4.3.Metodologia do Modelo Linear Misto (RELM/BLUP) para Estimação de Parâmetros Genéticos	11
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPÍTULO I	17
RESUMO	18
ABSTRACT	18
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1.ÁREA DE ESTUDO	22
2.2.DADOS UTILIZADOS	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4. CONCLUSÕES	32
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO II	34
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1.ÁREA DE ESTUDO	39
2.2.CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA	40
2.3.ANÁLISE DOS DADOS	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4. CONCLUSÕES	48
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
CAPÍTULO III	51
RESUMO	52
ABSTRACT	53
1. INTRODUÇÃO	54
2. MATERIAL E MÉTODOS	56

2.1.LOCAL DO EXPERIMENTO.....	56
2.2.DESCRICÃO DO EXPERIMENTO	56
2.3.PLANTIO E CONDUÇÃO	57
2.4.MONITORAMENTO DO EXPERIMENTO	57
2.5.PREDICÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1.AVALIAÇÃO AOS SEIS MESES APÓS O PLANTIO	60
3.2.AVALIAÇÃO AOS DOZE MESES APÓS O PLANTIO	63
4. CONCLUSÕES	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	71

RESUMO

GUIMARÃES, Marianna Abdalla Prata. **Cultivo de *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. José Franklim Chichorro. Coorientador: Prof. Dr. Reginaldo Brito da Costa.

O objetivo do trabalho foi gerar um mapa de zoneamento edafoclimático para teca no Estado do Espírito Santo, caracterizar seis povoamentos de teca no sul do Espírito Santo, e avaliar a variabilidade genética em progênies de *Tectona grandis* L.f. no município de Alegre, Estado do Espírito Santo. O trabalho foi dividido em três capítulos. No primeiro, utilizou-se a lógica *Fuzzy*, no ambiente de trabalho ArcGis 9.2/ArcMap®, a partir de informações de série história de precipitação acumulada anual, temperatura média do ar, déficit hídrico acumulado anual e textura dos solos. A partir da ferramenta *IDW* e *Reclass* geraram-se os mapas de cada fator, considerando os índices para teca. Através da sobreposição desses mapas, obteve-se o mapa de zoneamento edafoclimático. A região sul e o litoral centro-sul apresentaram aptidão ao cultivo da espécie. A região oeste foi classificada como apta com restrição, porém apresentou afloramentos rochosos, que foram mascarados pela metodologia. As regiões norte e serrana foram classificadas como apta com restrição, devido a fatores hídricos. No segundo capítulo, avaliou-se 6 povoamentos de teca nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul. Realizou-se a divisão dos povoamentos em parcelas de 9,0 m x 12,0 m, onde se avaliou 6 parcelas em cada povoamento, sorteadas ao acaso, anotando-se as variáveis: altura total, altura comercial, circunferência, ataque de pragas e doenças e presença de tortuosidades e galhos grossos no fuste. Os povoamentos da região são pequenos, e apresentaram médias baixas para as características avaliadas, mesmo estando localizadas em áreas aptas ao cultivo da espécie. Para o terceiro capítulo, utilizou-se como tratamento 50 progênies de meio-irmãos de teca, estabelecidas sob delineamento em blocos casualizados, no espaçamento 3,0 m x 2,0 m. O monitoramento foi realizado aos 6 e 12 meses após o plantio, onde avaliaram-se: i) diâmetro da base do caule; ii) altura total das plantas; e iii) sobrevivência. As variáveis foram analisadas usando-se a metodologia de modelo linear misto uni e multivariado, com os programas SELEGEN-REML/BLUP e Genes. Verificou-se baixa variabilidade genética e correlação para todos os caracteres aos 6 e 12 meses, que pode ser atribuída à restrita base genética, à localização do experimento ou à idade das plantas. As progênies 15, 20, 21 e 41 foram superiores no Rank-Médio para todos os caracteres avaliados.

Palavras chave: teca, planejamento florestal, inventário florestal, melhoramento florestal.

ABSTRACT

GUIMARÃES, Marianna Abdalla Prata. **Cultivation of *Tectona grandis* L.f. in Espírito Santo**. 2012. Dissertation (Master's degree on Forest Science) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Adviser: Prof. Dr. José Franklim Chichorro. Co-adviser: Prof. Dr. Reginaldo Brito da Costa.

The objective was to create a map of zoning edaphoclimatic for teak in Espírito Santo, characterize six teak stands in southern Espírito Santo, and evaluate the genetic variability in progenies of *Tectona grandis* Lf in the municipality of Alegre, state of Espírito Santo. The work was divided into three chapters. At first, we used the fuzzy logic, in the desktop ArcGIS 9.2/ArcMap®, from time series of accumulated rainfall annual average, air temperature, water deficit accumulated annual and texture of soils. From the IDW and Reclass tool were generated maps of each factor, considering the indexes for teak. By overlaying these maps, we obtained the map of zoning edaphoclimatic. The southern and south central coastal showed aptitude for the cultivation of the species. The western region was classified as suitable restriction, because of the had rocky outcrops, but were masked by the methodology. The mountainous and north regions were classified as able-restricted, due to water factors. In the second chapter, we evaluated six teak stands in the municipalities of Cachoeiro de Itapemirim, Muqui and Mimoso do Sul. The stands were divided in plots of 9,0 m x 12,0 m, and evaluated 6 plots in each stand, randomly selected, noting the variables: total height, merchantable height, circumference, attack of pests and diseases and the presence of thick branches and twisting on the shaft. The stands of the region are small, and showed low values to characteristics evaluated, despite being located in areas suitable for the cultivation of the species. In the third chapter, it was used as treatment 50 progenies of half-brothers teak, established in a randomized block design, spaced 3,0 m x 2,0 m. The monitoring was conducted at 6 and 12 months after planting, where it was evaluated: i) the diameter of the stem base, ii) total height and iii) survival. The variables were analyzed using the methodology of mixed linear model univariate and multivariate, through of the SELEGEM-REML/BLUP and Genes programs. There was low correlation and low genetic variability for all characters at 6 and 12 months, which can be attributed to genetic basis restricted, to the soil used in the experiment or the age of the plants. The progenies 15, 20, 21 and 41 were higher in Medium-Rank for all traits.

Keywords: teak, forest planning, forest inventory, forest improvement.

1. INTRODUÇÃO

A área mundial com cobertura florestal está estimada em mais de quatro bilhões de hectares, o que corresponde a aproximadamente 31% da área total de terra do planeta, sendo que a Rússia, o Brasil, o Canadá, os Estados Unidos e a China somam mais da metade dessa área (FAO, 2012).

A área ocupada por espécies como Acácia, Seringueira, Araucária, teca, Pópolus e Paricá representou cerca de 6,0% do total da área com plantios florestais no Brasil no ano de 2011, sendo que a área ocupada com teca representou cerca de 1% da área com cobertura florestal (ABRAF, 2012).

A produção de madeira em tora no Brasil passou de 1,01 milhão de toneladas em 2008, para 1,07 milhão de toneladas em 2009, registrando um aumento de 5,6%. O Estado do Espírito Santo participa com apenas 5% da produção de madeira em tora do país e aproximadamente 17% da produção da região Sudeste (IBGE, 2009). De acordo com a ABRAF (2012), a produção madeireira de *Eucalyptus*, *Pinus* e Teca é de aproximadamente 255 milhões de m³/ano, sendo que a produção de madeira em tora de teca representa 0,1% desse total de produção.

A teca (*Tectona grandis* L.f.) é a terceira espécie das folhosas tropicais mais plantadas do planeta, ficando atrás do eucalipto e da acácia (FIGUEIREDO et al., 2005). De acordo com a ABRAF (2012), a área brasileira de plantio com teca aumentou 3,3% em relação a 2010, totalizando mais de 67 mil ha em 2011.

A produção mundial de teca ainda é extremamente baixa em relação à demanda dessa espécie no comércio exterior, necessitando aumento da área plantada (FINGER et al., 2001). Angeli (2003) verificou a presença de grande potencial de consumo de teca no Brasil, assim como de produção, por possuir áreas adequadas ao plantio e uma floresta tropical para preservar.

De acordo com a ABRAF (2011), uma análise recente do setor florestal brasileiro evidenciou a consolidação do Brasil no cenário internacional de florestas plantadas, devido à ampliação das áreas de plantios florestais e do desenvolvimento tecnológico do setor, que promoveram o aumento da

produtividade. O desenvolvimento tecnológico observado no setor florestal está cada vez mais fundamentado no conceito de sustentabilidade.

O extrativismo das principais florestas brasileiras proporciona o desequilíbrio dos ecossistemas, resultando em consequências indesejáveis à vida da população, algumas vezes irreversíveis. Para reduzir os efeitos do extrativismo, são necessárias algumas ações, como a adoção de um manejo florestal sustentável, a reposição da cobertura florestal e a exploração de florestas plantadas, com o objetivo de conservar os recursos florestais existentes (FERREIRA e MELO, 2006). O desenvolvimento das bases de informações ecológicas, silviculturais e econômicas, com maior detalhamento e volume de dados de florestas, são importantes para a redução do desequilíbrio dos ecossistemas.

De acordo com Cruz et al. (2008), as pesquisas de mensuração florestal brasileiras tem sido conduzidas em povoamentos do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*, mas são insuficientes para povoamentos com *Tectona*. Há a necessidade imediata de realizar essas pesquisas para que sejam feitas propostas com a espécie, baseados em dados de mensuração florestal, que visam informar sobre recursos florestais existentes em determinada área.

O aumento dos reflorestamentos brasileiros favoreceu o surgimento de problemas quanto à definição de locais adequados para a implantação de povoamentos florestais com espécies de interesse. A procura por espécies potenciais para o setor florestal e a necessidade de se trabalhar com segurança, quanto às exigências de mercado, a obtenção de maiores produtividades, qualidade das áreas utilizadas para os plantios, entre outros aspectos, são objetos de busca constante do produtor rural.

As técnicas de avaliação genética são fundamentais para a predição dos valores genéticos dos indivíduos a serem selecionados, através de uma seleção mais acurada (COSTA, 2007). O uso de sementes melhoradas, com maior sobrevivência e plantas com maior altura e rendimento de madeira promovem o aumento da produtividade. Além disso, a utilização de áreas potenciais ao cultivo de teca e técnicas de manejo corretas são iniciativas que contribuem para o aumento da produtividade, além de incentivar o aumento da área plantada com a espécie, com o objetivo de atender à crescente demanda

da madeira de teca no mundo, bem como o aumento da renda gerada na propriedade.

1.1. OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve como objetivo geral fornecer um mapa de zoneamento edafoclimático para *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo, caracterizar seis povoamentos de teca nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul, no sul do Estado; e avaliar a variabilidade genética em progênies de teca no município de Alegre, Estado do Espírito Santo.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir limites edafoclimáticos para *Tectona grandis* L.f no Estado do Espírito Santo;
- Gerar um mapa de zoneamento edafoclimático para *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo;
- Caracterizar dendrometricamente seis povoamentos de *Tectona grandis* L.f nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul, no Estado do Espírito Santo;
- Estimar parâmetros genéticos em progênies de *Tectona grandis* L.f no município de Alegre, Estado do Espírito Santo;

O presente estudo foi dividido em três capítulos: Capítulo I: “Zoneamento edafoclimático para *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo”; Capítulo II: “Caracterização de seis povoamentos de *Tectona grandis* L.f. no Sul do Estado do Espírito Santo”; e Capítulo III: “Variabilidade genética em progênies de *Tectona grandis* L.f. no município de Alegre, Espírito Santo”.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A TECA

A teca, como é conhecida no Brasil, com o nome científico de *Tectona grandis* Linn.f., da família *Verbenaceae*, é uma espécie com indivíduos de grande porte e de alto valor comercial. O principal produto desta espécie é a madeira, muito utilizada na construção naval pelo fato de resistir ao sol, ao calor, ao frio e à água de chuvas e do mar (FIGUEIREDO et al., 2005). A grande procura no comércio mundial se deve à beleza, à resistência e durabilidade, podendo apresentar preços superiores ao do mogno (*Swietenia macrophylla* King), por exemplo (FIGUEIREDO et al., 2005; MACEDO et al., 2005).

2.1.1. Origem

A *Tectona grandis* L.f. é utilizada pelos britânicos desde o século XVIII, que necessitavam de grandes quantidades de madeira para a construção naval. A espécie ocorre naturalmente em uma grande área geográfica, que abrange o subcontinente Índico e sudeste asiático, principalmente a Índia, Birmânia, Tailândia, Laos, Camboja, Vietnã e Java. Ocorre em áreas de florestas decíduas, com clima sazonal (que apresentam estações secas e úmidas distintas), em latitudes que variam de 9° a 25° N e regime de precipitação entre 800 a 2.500 mm anuais (OLIVEIRA et al., 2007).

Sua ocorrência se dá em áreas de diferentes tipos de solo, topografia e está relacionada a diferentes associações de árvores (KEIDING et al., 1986). De acordo Oliveira et al. (2007) devido à amplitude de ambientes em que a espécie ocorre naturalmente, a teca possui alta adaptabilidade com dispersão vertical que vai desde 0 a 1.300 m acima do nível do mar e em temperaturas extremas, que vão de 2 °C a 42 °C, porém não resiste à geada.

2.1.2. Características Morfológicas e Fisiológicas

Árvores adultas de teca, aos 25 anos, podem atingir altura superior a 35 m e diâmetro do caule com casca à altura do peito acima de 100 cm (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003). Apresenta folhas grandes e largas, que chegam a 30 a 40 cm de comprimento e 25 cm de largura quando adultas, e que podem chegar ao dobro do tamanho quando ainda possuem menos de três anos de idade (FIGUEIREDO et al., 2005). As folhas, opostas e coriáceas, caem durante o estado vegetativo (inverno), por ser uma planta caducifólia, iniciando a brotação no período chuvoso (CALDEIRA et al., 2010).

A teca apresenta polinização cruzada realizada por insetos, e um mecanismo de autoincompatibilidade que inibe a autofecundação, fator que favorece o melhoramento por reduzir a endogamia. Os frutos são drupas tetraloculares, sendo que 1 Kg deles pode conter 1.100 a 1.500 sementes (CALDEIRA et al., 2010). Contudo, somente 5% das sementes germinam (KAOSA-ARD et al., 1998).

A espécie apresenta hábito pioneiro, com crescimento rápido inicial, ocupando rapidamente áreas abertas na floresta, chegando a alcançar três metros no primeiro ano após o plantio, e até cinco metros no segundo ano. É uma espécie heliófita, que necessita de plena exposição à luz solar, não sendo tolerante à sombra (OLIVEIRA et al., 2007).

2.1.3. Características da Madeira

A madeira de teca é considerada moderadamente pesada e elástica (CALDEIRA et al., 2010), podendo alcançar uma densidade que varia em torno de 0,65 g/cm³, porém apresenta resistência ao peso e tração. É uma madeira estável, que se contrai pouco durante a secagem, fator que aumenta a resistência à variação de umidade no ambiente. O alburno e o cerne possuem uma substância denominada caucho, que diminui a absorção de água, lubrificando as superfícies (ANGELI, 2003).

A espécie possui madeiras conhecidas em todo o mundo, pela sua utilização na construção naval. A madeira de teca possui durabilidade, leveza,

resistência ao ataque de térmitas e fungos, fácil de ser trabalhada e com ausência de rachaduras (KEIDING, 1985).

2.1.4. Exigências Edafoclimáticas

Por possuir raiz pivotante, a teca se desenvolve melhor em solos profundos, bem drenados e razoavelmente férteis, não sendo indicado o seu plantio em solos com lençol freático superficial e com elevada acidez. Além disso, são indicados solos de textura média para povoamentos com essa espécie (FIQUEIREDO et al., 2005).

Apesar de sua ocorrência em áreas com ampla faixa de precipitação, altitude e temperatura, a teca é uma espécie que se desenvolve melhor em regiões com considerável precipitação média anual, entre 1.500 mm a 2.500 mm. Além disso, a espécie se desenvolve bem em regiões que apresentam um período de estiagem geralmente compatível com o inverno (CALDEIRA et al., 2010). Nappo (2005) considerou como temperatura ideal ao desenvolvimento da espécie, uma faixa que varia de 22 °C a 46 °C, para classificar as áreas de aptidão à teca.

2.1.5. Produtividade da Teca

Os plantios comerciais de teca no Brasil iniciaram-se no final da década de 1960, implantados próximo ao município de Cáceres, Estado do Mato Grosso, que apresenta condições climáticas semelhantes às das regiões de origem da espécie. No Brasil, principalmente na região de Cáceres, onde as condições climáticas são favoráveis e os solos mais férteis do que os locais de origem da espécie, houve redução do ciclo de corte de 80 a 100 anos, comum na região de origem, para 25 a 30 anos (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003).

Angeli (2003) demonstrou que em condições adequadas de cultivo (qualidade da semente, solo e clima, por exemplo), a produtividade total de um hectare de teca pode chegar a 250 a 350 m³ em um regime de quatro

desbastes, ao final de 25 anos, sendo que 50 a 60% da produção total é colhida no corte final.

Foi registrado, em povoamentos brasileiros, um Incremento Médio Anual (IMA) em plantios de teca de 14,2 m³/ha.ano em 2010, e de 14,7 m³/ha.ano em 2011 (ABRAF, 2012), o que permite inferir que, mantendo esse incremento médio anual, no ciclo de corte da teca, ao final de 25 anos, um hectare de teca poderá fornecer cerca de 367 m³ de madeira, produtividade superior ao demonstrado por Angeli (2003).

2.1.6. Controle Natural de Pragas

Devido à presença de tectoquinona, um preservativo natural contido nas células da madeira, a teca apresenta durabilidade do cerne. Nos países em que é cultivada, há poucos registros de ataque por insetos, como cupins ou carunchos, que possam comprometer os plantios. Na Europa a madeira é utilizada na construção de móveis externos, sem aplicação de óleo, verniz ou tinta, ficando com coloração acinzentada com o tempo (OLIVEIRA et al., 2007).

Moreira (2006) verificou, em plantas com dez anos, a capacidade da espécie de sintetizar a antraconona, substância responsável por garantir a durabilidade da madeira. Além disso, o autor observou a presença de outras substâncias, como a obtusifolina, a desidro- α -lapachona e o lapachol, que também podem estar associadas à durabilidade da madeira.

2.2. ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO

O zoneamento constitui uma ferramenta de grande importância no planejamento agrícola e florestal de forma racional. As áreas com potencial para a introdução das espécies são apresentadas na forma de mapas, servindo de base para agricultores que tenham interesse em investir em determinada espécie, podendo aumentar a eficiência do cultivo (CASTRO, 2010).

O zoneamento edafoclimático é utilizado na identificação de regiões aptas ao cultivo da espécie em estudo. É uma ferramenta que se faz

importante por possibilitar a utilização dos recursos naturais e facilitar o manejo da cultura favorecendo a atividade sustentável (TOLEDO et al., 2009).

Nappo (2005) realizou o zoneamento edafoclimático de teca, dentre outras espécies, para o Estado de Minas Gerais, e considerou como limites climáticos adequados ao desenvolvimento da espécie a temperatura média anual (22 °C a 46 °C), a precipitação média anual (1.500 mm a 2.500 mm), o déficit hídrico anual (até 100 mm), e como fatores edáficos os solos profundos a moderadamente profundos, bem estruturados e drenados, para a determinação das áreas de aptidão ao plantio da espécie no Estado.

2.2.1. Lógica *Fussy*

A lógica *Fuzzy* pode ser classificada na categoria de análises lógicas de mapas, onde os produtos gerados são mapas integrados, e não mapas fundidos (PAULA e SOUZA, 2007). Quando se trata de componentes naturais, observa-se que os limites entre as superfícies contínuas não ocorrem bruscamente, e sim através de uma diferenciação gradual em que cada fator acaba por sobrepor o outro (SILVA, 2001).

A lógica *fuzzy* tem várias aplicações em zoneamentos ambientais, devido ao fato de os dados serem processados por combinação numérica, obtendo-se assim a definição de áreas mais ou menos adequadas para determinada finalidade (PAULA e SOUZA, 2007) que, neste caso, pode ser a implantação de uma espécie em uma área de interesse.

Ross (1994) propôs um trabalho estruturado na lógica *Fuzzy* que se baseia no processo analítico hierárquico. Dessa forma, os fatores analisados são comparados entre si por meio de um critério de importância relativa, através de uma escala definida, que varia de um a nove (em que um representa fatores de mesma importância, e nove representa o(s) fator(es) de máxima importância. Esse tipo de análise apresenta valores contínuos que são transformados para um intervalo de referência (0 e 1), dando origem a escala na limitação dos fatores.

2.3. INVENTÁRIO FLORESTAL

A escassez dos recursos florestais decorrente do extrativismo desordenado promoveu a necessidade de melhorar o controle, a administração e a gestão desses recursos, tanto os nativos como os plantados, por meio da utilização de um manejo florestal sustentável, a reposição da cobertura florestal e a exploração de madeira de florestas plantadas (FERREIRA e MELO, 2006).

De acordo com Soares et al. (2006), um inventário florestal pode fornecer inúmeras informações, como a estimativa de área, o mapeamento da propriedade, estimativas de quantidade e qualidade dos recursos florestais e estimativas de crescimento. Além disso, informações a respeito da fauna, recursos hídricos, entre outros, podem ser fornecidas sempre que necessárias, de acordo com o objetivo do estudo.

Trabalhos de inventário florestal com *Tectona grandis* L.f. foram realizados por Ferreira e Melo (2006), Macedo et al. (1999) e Nogueira (2003) para a avaliação do crescimento e produção de povoamentos, sobretudo os que foram submetidos a desbaste, a partir de modelos de distribuição diamétrica. Os autores argumentaram sobre a ausência de trabalhos de mensuração florestal envolvendo povoamentos com a espécie no Brasil.

2.4. MELHORAMENTO DE *Tectona grandis* L.f.

A produtividade dos povoamentos com teca apresenta números variáveis (FIGUEIREDO, 2005). Por isso, o melhoramento é um caminho necessário para a espécie (KJAER et al., 1999). Os primeiros testes instalados com teca no Brasil foram realizados no final da década de 1960 (FIGUEIREDO, 2001). Contudo, os primeiros trabalhos a disponibilizarem um teste inicial de procedência para teca no Brasil foram realizados por Keiding et al. (1986), e uma segunda avaliação que incluiu novos caracteres avaliados no Espírito Santo, realizada por Kjaer et al., em 1995 (SCHUHLI E PALUDZYSZYN FILHO, 2010). A empresa Floresteca desenvolveu, em 2007, um programa de melhoramento genético com base na seleção, clonagem e no plantio de árvores geneticamente superiores (COSTA et al., 2007).

2.4.1. Teste de Progênie

De acordo com Borém e Miranda (2009), o teste de progênie consiste na avaliação dos genótipos dos materiais genéticos baseada no desempenho fenotípico dos descendentes. O método se baseia na seleção individual de plantas feita na população original, seguida da observação de suas descendências, para fins de avaliação. Nenhum genótipo é criado, apenas procura-se isolar os melhores genótipos já presentes na população heterogênea.

Os testes de progênies são partes integrantes dos programas de melhoramento florestal. A maioria dos estudos de melhoramento genético florestal tem utilizado a análise univariada na quantificação dos parâmetros genéticos. Porém, com o avanço da informática, houve aumento do interesse pelas técnicas multivariadas aplicadas ao melhoramento florestal no estudo da divergência genética (BORÉM e MIRANDA, 2009).

Diversos autores, dentre eles Costa et al. (2008), afirmam que os testes de progênie têm sido usados para estimar parâmetros genéticos e selecionar indivíduos, quando se pretende avaliar a magnitude e a natureza da variação genética e quantificar e maximizar ganhos genéticos, usando procedimentos adequados de seleção. O teste de progênie é uma das etapas fundamentais do processo de melhoramento de espécies florestais, pois permite estimar ganhos genéticos esperados pela seleção, bem como estimar o coeficiente de herdabilidade, que mede o controle genético existente em determinado caráter (MORAES et al., 2007).

As informações para a escolha de procedências de teca a serem implantadas no Brasil são baseadas em testes realizados em outros países. A teca plantada no Brasil tem duas procedências, sendo uma originária da Birmânia e outra originária do Sri Lanka (COSTA, 2007).

2.4.2. Parâmetros Genéticos

A proporção genética da variabilidade total é designada de coeficiente de herdabilidade. É a proporção da variabilidade observada em razão dos

efeitos aditivos dos genes. As variações de ambiente podem ofuscar as de natureza genética. Quanto maior for a proporção da variabilidade decorrente do ambiente em relação à variabilidade total, mais difícil será selecionar genótipos de forma efetiva (BORÉM e MIRANDA, 2009).

No sentido amplo, a herdabilidade representa a razão da variância genotípica pela fenotípica. No sentido restrito, ela pode ser definida como a razão da variância aditiva pela fenotípica. Neste caso, ela é mais útil, uma vez que quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética, que pode ser transmitida para a próxima geração (BORÉM e MIRANDA, 2009).

De acordo com Marchioro et al. (2003), o estudo da correlação entre os caracteres avaliados no melhoramento é importante principalmente quando se deseja selecionar simultaneamente dois ou mais caracteres, ou quando um caráter de interesse evidenciar alta herdabilidade e correlação genética positiva com outro caráter. Dessa forma, a seleção promoverá ganhos de ambos caracteres. Para o caso da herdabilidade, esta representa o efeito cumulativo dos locos que controlam determinado caráter e, quando utilizada juntamente à correlação, auxilia o melhorista a aumentar os ganhos no processo de seleção de caracteres quantitativos.

2.4.3. Metodologia do Modelo Linear Misto (RELM/BLUP) para Estimação de Parâmetros Genéticos

No melhoramento de espécies florestais, a metodologia REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viciada, respectivamente) para a estimação de parâmetros genéticos tem sido recomendada pela precisão na estimativa dos dados (RESENDE, 2002). O software SELEGEN (Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada) desenvolvido por Resende (2002) tem sido indicado em literaturas para estimação desses parâmetros pelo método linear misto.

De acordo com Resende (2002), o melhoramento de plantas perenes demanda o uso de modelos mistos (REML/BLUP) para estimação de parâmetros genéticos, como a herdabilidade. Em relação ao método de análise

de variância, os modelos mistos apresentam vantagens, como a possibilidade de poder ser aplicada a dados desbalanceados (COSTA et al., 2007).

O software SELEGEN é destinado à análise de modelos lineares mistos via metodologia REML/BLUP (RESENDE, 2006). MORAES et al. (2008) afirmam que o Software Selegen REML/BLUP serve de base ao melhoramento genético florestal, pois permite a avaliação em vários sistemas reprodutivos e inúmeros métodos de seleção para a obtenção de máximos progressos genéticos. Costa et al. (2007) afirmaram que as técnicas de avaliação genética são fundamentais, pois permitem a estimação dos valores genéticos aditivos e genotípicos dos indivíduos a serem selecionados, permitindo seleção mais acurada.

Mulamba e Mock (1978) propuseram um índice com base na soma de “ranks”, classificando os materiais genotípicos em relação a cada uma das características avaliadas, na ordem desejada para o melhoramento. O índice hierarquiza os genótipos para cada parâmetro avaliado, atribuindo valores absolutos mais elevados aos que apresentarem melhor desempenho.

Uma análise multivariada muito utilizada em avaliações em todas as áreas é a análise de agrupamento, que propõe uma estrutura de grupos pelas respectivas distâncias entre esses, resultando em um dendograma em forma de árvore (REGAZZI, 2010). Contudo, é importante que sejam feitas medidas do grau de ajuste entre a matriz dos coeficientes de distâncias e a matriz resultante do agrupamento (ROHLF, 1970).

O Coeficiente de Correlação Cofenética (CCC) foi proposto por Sokal e Rohlf (1962) para medir o grau de ajuste entre a matriz de dissimilaridade (matriz fenética) e a matriz resultante do agrupamento (matriz cofenética). Quanto maior o grau de ajuste encontrado pelo CCC, menor será a distorção ocasionada pelo agrupamento (recomenda-se valores maiores do que 0,70). Um programa computacional que fornece as informações de matriz de dissimilaridade, amplamente utilizado, é o Genes (CRUZ, 2007).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELI, A. ***Tectona grandis*** (Teca). Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP. 2003. Disponível em: < <http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp> > acesso em 11/09/11.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF. **ABRAF**: ano base 2010. Brasília, DF: ABRAF, 2011. 130p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF. **ABRAF**: ano base 2011. Brasília, DF: ABRAF, 2012. 145p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

CALDEIRA, D., SANTOS; F. A. S.; HAGE, P. P. F. E. **Cultura da teca** (*Tectona grandis* L. f.). 2010. Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/49995028/Cultura-da-teca-Tectona-grandis-L>> Acesso em: 24 out. 2011.

COSTA, R. B. da; RESENDE, M. D. V. de; SILVA, V. S. de M. e. Experimentação e seleção no melhoramento genético de teca (*Tectona grandis* L.f.). **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro – RJ, v.14, n.1, p. 76-92, 2007.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, P. S.; CHICHORRO, J. F.; ROA, R. A. R. Variabilidade genética e seleção para caracteres de crescimento da seringueira. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 299-305, 2008.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Versão Windows, Viçosa, UFV, 2007.

CRUZ, J. P.; LEITE, H. G.; SOARES, C. P. B.; CAMPOS, J. C. C.; SMIT, L.; NOGUEIRA, G. S. Curvas de crescimento e de índice de local para povoamentos de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n. 4, p. 679-685, 2008.

FERREIRA, A. G.; MELO, R. R. Inventário florestal quantitativo de plantios de teca (*Tectona grandis* L.f.) e pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum* Hub.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. ISSN 1678-3867, ano IV, n. 07, fev. 2006.

FIGUEIREDO, E. O. Reflorestamento com teca (*Tectona grandis* L.f.) no Estado do Acre. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2001, 28 p. (EMBRAPA Acre. Documentos, 65).

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

FINGER, Z; FINGER, F. A.; DRESCHER, R. Teca (*Tectona grandis* L.f.): plante esta ideia. Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1., 2001, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. CD-Rom.

Food and Agriculture Organization – FAO. State of the World Forests, 2011. Rome: FAO Forestry, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2009. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=291&z=p&o=24>> Acesso em: 31 ago. 2011.

KAOSA-ARD, A.; SUANGTHO, V.; KJAER, E.D. Genetic improvement of teak (*Tectona grandis*) in Thailand. **Forest Genetic Resources**, Roma, FAO. 26, p. 21-29, 1998.

KEIDING, H. **Teak**, *Tectona grandis* Linn. F. Humiebaeck. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1985. 21p.

KEIDING, H.; WELLERNDORF, H.; LAURIDSEN, E. B. **Evaluation of an international series os teak provenance trials**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 1986, 91 p.

KJAER, E. D.; LAURIDSEN E. B.; WELLENDORF, H. 1995. **Second evaluation of an international series of teak provenance trials**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 1995. 117 p.

MACEDO, R. L. G.; GOMES, J. E.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Análise preliminar do crescimento e fenologia da *Tectona grandis* L.f. (teca), implantada em parcela de observação na região de Lavras-MG. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 5, Curitiba, 1999. **Anais...** Rio de Janeiro, Biosfera, 1999. 4p.

MACEDO, R.L.G.; GOMES, J.E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B.G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Revista Cerne**, Lavras-MG, v. 11, n. 1, p. 61-69, 2005.

MARCHIORO, V. S.; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; ORENCETTI, C.; BENIN, G.; SILVA, J. A. G. da; KUREK, A. J.; HARTWIG, I. Herdabilidade e correlações para caracteres de panícula em populações segregantes de aveia. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas-RS, v. 9, n. 4, p. 323-328, out-dez, 2003.

MORAES, M. A.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M. Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antônio-SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 113-118, dez. 2007.

MORAES, M.L.T.; MORI, E. S.; SILVA, A. M.; CANUTO, D. S. O.; SILVA, J. M.; GOMES, J. E.; AULES, D. S. Demonstração da utilização do *software* Selegen – “Seleção Genética Computadorizada” para o melhoramento de espécies perenes. **Revista Eletrônica de Engenharia Florestal**. ISSN: 1678-3867. Ano VII, n. 12, ago. 2008.

MOREIRA, R. Y. O.; ARRUDA, M. S.P.; ARRUDA, A. C.; SANTOS, L. S.; MÜLLER, A. H.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, A. S.; TEREZO, E. Antraquinonas e naftoquinonas do caule de um espécime de reflorestamento de *Tectona grandis* (*Verbenaceae*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba-PR, ISSN 0102-695X. p. 392-396, jul.-set. 2006.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potencial of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p. 40-51, 1978.

NAPPO, M. E.; NAPPO, A. E.; PAIVA, H. N. Zoneamento ecológico de pequena escala para nove espécies arbóreas de interesse florestal no estado de Minas gerais. **Revista Eletrônica de Engenharia Florestal**. ISSN: 1678-3867. ed. 5, jan. 2005.

NOGUEIRA, G.S. **Modelagem do crescimento e da produção de povoamentos de *Eucalyptus* sp. e de *Tectona grandis* submetidos a desbaste**. Viçosa-MG. UFV, 2003. 145 f. (Tese Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Viçosa, 2003.

OLIVEIRA, L. C.; ANGELI, A.; STAPE, J. L. Teca é nova opção na indústria mundial. **Revista da madeira**. ed. 106. jul. 2007. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1114&subject=Teca&title=Teca%20%C3%A9%20nova%20op%C3%A7%C3%A3o%20na%20ind%C3%BAstria%20mundial> Acesso em: 31out. 2011.

PAULA, E. M. S. de; SOUZA, M. J. N. de. Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abr. 2007, INPE, p. 2979-2984.

REGAZZI, A. J. **Curso de Análise Multivariada Aplicada** (notas manuscritas). DPI – UFV. Viçosa – Minas Gerais, 2010

RESENDE, M.D.V. **Software Selegen – REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 67p.

RESENDE, M.D.V. **O Software Selegen – REML/BLUP**. Documentos Embrapa Florestas, 2006. 305p.

ROHLF, F. J. Adaptative hierarquical clustering schemes. **Syst. Zool.**, v.19, p. 58-82, 1970.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade ambiental dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo. USP, 63-74. 1994.

SCHUHLI, G. S.; PALUDZYSZYN FILHO, E. P. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. **Revista Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 217-230, ago.-out. 2010.

SILVA, J. X. da. **Geoprocessamento para análise Ambiental**. Rio de Janeiro: 2001. 228p.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa-MG, UFV, 276 p., 2006.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendograms by objective methods. **Taxonomy**, v.11, p. 33 – 40, 1962.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. T.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.487-494, 2003.

TOLEDO, J. V.; MARTINS, L. D.; KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e da mamona (*Ricinus communis* L.) no Estado do Espírito Santo. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 05, p. 41-51, 2009.

CAPÍTULO I

**ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO PARA *Tectona grandis* L.f. NO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

RESUMO

O objetivo do trabalho foi apresentar uma utilização prática do zoneamento edafoclimático para *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo, que possui clima do tipo tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 23 °C e precipitação acumulada média de 1.400 mm por ano, mais concentrada no verão. Foram utilizados como fatores importantes ao desenvolvimento da espécie a temperatura média anual (22 °C a 46 °C), a precipitação acumulada anual (mínimo de 1.500 mm/ano), o déficit hídrico acumulado anual (máximo de 100 mm/ano) e solos de textura média, a partir do banco de dados RadamBrasil disponibilizados pelo Geobases, na escala de 1:1.000.000. Utilizaram-se séries históricas dos fatores climáticos, considerando um período de 30 anos (1977-2006), em escala anual. Definiu-se três categorias de aptidão (0, 1 e 2) para cada um dos parâmetros considerados, sendo o valor 0 atribuído às zonas aptas, o valor 1 atribuído às zonas aptas com restrição para uma característica, e o valor 2 atribuído às zonas inaptas. O *Software* ArcGis 9.2/ArcMap® foi utilizado para gerar o mapa de zoneamento edafoclimático, através da lógica *fuzzy*. O sul e o litoral centro-sul do Espírito Santo apresentaram melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento de teca. Mesmo sendo um fator que restringe o cultivo da espécie, os afloramentos rochosos verificados na região oeste do Estado foram mascarados pela metodologia *fuzzy*. O Estado do Espírito Santo apresentou áreas aptas com restrição ao cultivo da teca na região norte e serrana, devido à restrição hídrica. Os municípios de Jerônimo Monteiro, Alegre, Cachoeiro de Itapemirim, Muniz Freire e Castelo são os mais promissores ao desenvolvimento da espécie, de acordo com o zoneamento.

Palavras-chave: Arc Gis/Arc Map, *fuzzy*, classes de aptidão .

ABSTRACT

The objective was to present a practical use for the edaphoclimatic zoning of *Tectona grandis* L.f. to Espírito Santo State, who has climate tropical humid, with average annual temperatures of 23 °C and average accumulated rainfall of 1.400 mm per year, most concentrated in the summer. Were used as important factors for the development of the species the mean annual temperature (22 °C to 46 °C), the annual accumulated rainfall (minimum of 1.500 mm/year), the annual water deficit accumulated (up to 100 mm/year) and medium textured soils, we used the Geobases, from the database provided by RadamBrasil, on the scale of 1:1,000,000. We used the time series of climatic factors, considering a 30 year period (1977-2006) in annual scale. We defined three categories of fitness (0, 1 and 2) for each of the parameters considered. The 0 value was assigned to able zones, the 1 value assigned to able zones with suitable restriction to one characteristic, and the 2 value assigned to zones unsuited. The ArcGIS 9.2/ArcMap® was used to generate the map zoning edafoclimático, through the fuzzy logic. The south and south-central coast of the Holy Spirit showed better climatic conditions for the development of teak. Even as a factor that restricts the cultivation of the species, the rocky outcrops observed in the western region of the state were masked by fuzzy methodology. The state of Espírito Santo presented able areas with restriction for teak cultivation due to water restriction. The municipalities of Jerome Monteiro, Alegre, Itapemirim, Muniz Freire and Castle are the most promising for the development of the specie, according to the zoning.

Keywords: Arc Gis/Arc Map, *fuzzy*, fitness classes.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a ABRAF (2011), o Brasil se consolidou no cenário internacional de florestas plantadas, por meio da ampliação das áreas de plantios e do desenvolvimento tecnológico do setor florestal, com consequente aumento de produtividade. O desenvolvimento tecnológico observado no setor florestal brasileiro está cada vez mais fundamentado no conceito de sustentabilidade.

A área com florestas plantadas no Brasil era de 1,9 milhão de hectares em 2009, e se manteve em torno de 2,2 milhões de hectares nos anos de 2010 e 2011, ao passo que a área com florestas nativas, que era de 1,7 milhão de hectares em 2009, passou para 1,8 milhão de hectares em 2010, e 2,1 milhões de hectares em 2011, representando um aumento de 19%. Os números permitem sugerir que o crescente desenvolvimento das áreas com florestas plantadas está aliado à preservação de florestas nativas (ABRAF, 2012).

No sentido contrário ao desenvolvimento tecnológico florestal, existem fatores de contenção que funcionam como freio do setor florestal, relacionados à infraestrutura e ao custo e disponibilidade de terra cultivável. Nesse âmbito, é importante o uso de ferramentas para aperfeiçoar a implantação e a preservação de florestas plantadas e nativas, facilitando o processo de desenvolvimento do país.

Os reflorestamentos brasileiros culminaram no surgimento de problemas quanto à identificação de sítios adequados para a implantação de povoamentos florestais com as espécies de interesse comercial. É incessante a procura por espécies potenciais para o setor florestal e a necessidade de se trabalhar com segurança, no que diz respeito às tendências de mercado, maiores produtividades, qualidade de sítios, entre outros aspectos.

O zoneamento edafoclimático constitui uma ferramenta importante no planejamento da agricultura e do setor florestal, com vistas à sua utilização racional. Os mapas elaborados permitem definir as áreas potenciais para a introdução de espécies de interesse em uma determinada região, servindo de base para pequenos, médios e grandes produtores que queiram investir em determinada cultura.

O desenvolvimento das bases de informações ecológicas, silviculturais e socioeconômicas, com maior detalhamento e volume de variáveis, são fundamentais para o processo de planejamento do setor florestal. Vale ressaltar a importância desse estudo, inédito para o Estado, capaz de fornecer informações para subsidiar ações de implantação de áreas de reflorestamento com teca.

O presente estudo objetivou apresentar uma utilização prática do zoneamento edafoclimático para fins de formação de reflorestamento com a espécie *Tectona grandis* L.f. para o Estado do Espírito Santo, fornecendo uma base informativa das regiões propícias para a implantação de reflorestamentos de produção comercial da espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O zoneamento foi realizado para o Estado do Espírito Santo, situado entre meridianos 39° 38' e 41° 50' de longitude oeste e entre os paralelos 17° 52' e 21°19' de latitude sul. O Estado possui 78 municípios, e compreende regiões que vão desde planícies, a partir do litoral, até regiões serranas (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2011). De acordo com Siqueira (2004) o clima é do tipo tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 23 °C e precipitação média de 1.400 mm por ano, mais concentrada no verão. São encontrados no Estado os subtipos climáticos Aw, Am, Cf e Cw, bem como as variações Cfa, Cfb, Cwa e Cwb.

2.2. DADOS UTILIZADOS

As exigências edafoclimáticas para o cultivo de teca utilizadas no zoneamento edafoclimático para o Estado do Espírito Santo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis utilizadas no zoneamento edafoclimático de *Tectona grandis* L.f para o Estado do Espírito Santo

Variáveis	Classes de aptidão		
	Apto	Apto com restrição	Inapto
Temperatura média anual (°C)*	22 a 46	12 a 21	abaixo de 12
Precipitação acumulada anual (mm)	acima de 1.500	entre 1.000 a 1.500	abaixo de 1.000
Deficiência hídrica acumulada anual (mm)	menor que 100	entre 100 e 150	acima de 150
Textura de solo	média	argilosa, arenosa e variações	afloramentos rochosos

*Não foram observadas temperaturas superiores a 46 °C no Estado, por isso essas não foram consideradas no zoneamento.

Para o presente trabalho, utilizaram-se séries históricas de valores de precipitação acumulada anual, considerando um período de 30 anos (1977-2006), que foram obtidos em 110 pontos de medição, pertencentes ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e à Agência Nacional das Águas (ANA), localizados dentro (94 pontos) e fora (16 pontos) do Estado, para minimizar o efeito de borda, conforme recomendado por Castro (2008) e Toledo et al. (2009).

Os dados de temperatura média do ar foram estimados em função da altitude, latitude e longitude do Estado, conforme recomenda Castro (2008). A partir do Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando os dados de temperatura média do ar e precipitação para todas as localidades, foram obtidos os valores de deficiência hídrica dos pontos coletados, para a elaboração do mapa de deficiência hídrica anual acumulada, conforme recomenda o autor.

Para compor os dados edáficos, foi utilizada a base de dados de solo Radambrasil (1985) na escala de 1:1.000.000, disponibilizada pelo Geobases, a partir das recomendações de Figueiredo et al. (2005). Agruparam-se os solos com mesma textura em grupos, que foram então reclassificados de acordo com as recomendações para teca.

Para o zoneamento foram definidas três categorias de aptidão (0, 1 e 2) para cada uma das variáveis consideradas, de acordo com a amplitude apresentada para cada variável. Atribuiu-se o valor 0 às áreas que não apresentaram restrição à nenhum fator, com condições edafoclimáticas favoráveis ao bom desenvolvimento e produção da espécie em escala comercial, o valor 1 às zonas aptas com restrição para apenas um fator, e o valor 2 às zonas inaptas, com restrição a dois fatores ou mais, onde as características de clima e solo são inadequadas à exploração econômica da espécie, e para o caso de afloramentos rochosos, com marcante repercussão em sua produção, exigindo práticas agrícolas dispendiosas.

De posse dos dados de temperatura média anual, precipitação e deficiência hídrica, realizou-se a espacialização desses dados, estipulando valores para todo o Estado. Para isso, procedeu-se a interpolação dos dados,

utilizando-se o software ArcGis 9.2/ArcMap pelo módulo “*ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Interpolation*”, a partir da ferramenta *IDW* (interpolação pelo quadrado da distância) que, de acordo com Nunes et al. (2007), é mais exato, o qual deu origem ao mapa temático que representa as condições de cada fator para o Estado. Feito isto, a partir do módulo “*ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Reclass*”, foi realizada a reclassificação, considerando as faixas de aptidão edafoclimáticas, conforme os índices estabelecidos para a espécie.

O Software ArcGis 9.2/ArcMap® foi o ambiente de trabalho utilizado para criar o mapa de zoneamento edafoclimático. O trabalho baseou-se na sobreposição de mapas que caracterizam a aptidão climática e edáfica favoráveis ao desenvolvimento da cultura da teca para o Espírito Santo. Uma vez definidos seus índices edafoclimáticos, foram realizados os cruzamentos para a obtenção dos mapas digitais, conforme recomenda Castro (2008).

O cruzamento dos mapas de temperatura média anual, deficiência hídrica anual, precipitação acumulada anual média e textura de solo já reclassificados, foi realizado aplicando a lógica *Fuzzy* (PAULA e SOUZA, 2007; SILVA, 2001). Para isso, estabeleceu-se um grau de importância para cada fator utilizado no zoneamento, em ordem decrescente, sendo nove para o fator precipitação, seis para o fator deficiência hídrica, 3 para o fator temperatura e um para o fator solo (ROSS, 1994).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada a espacialização da temperatura média anual do ar para o Estado do Espírito Santo, reclassificada de acordo com as exigências térmicas para *Tectona grandis* L.f. A parte do estado com altitude entre 0 e 300 m, compreendendo quase todo o norte e o vale do Rio Itapemirim, ao sul, além de toda a faixa litorânea, apresenta temperatura média anual acima de 24 °C, sendo esta área indicada ao cultivo da espécie, enquanto que a região serrana apresenta, em sua maior parte, temperatura média anual entre 18 e 22 °C, o que não é indicado para a teca.

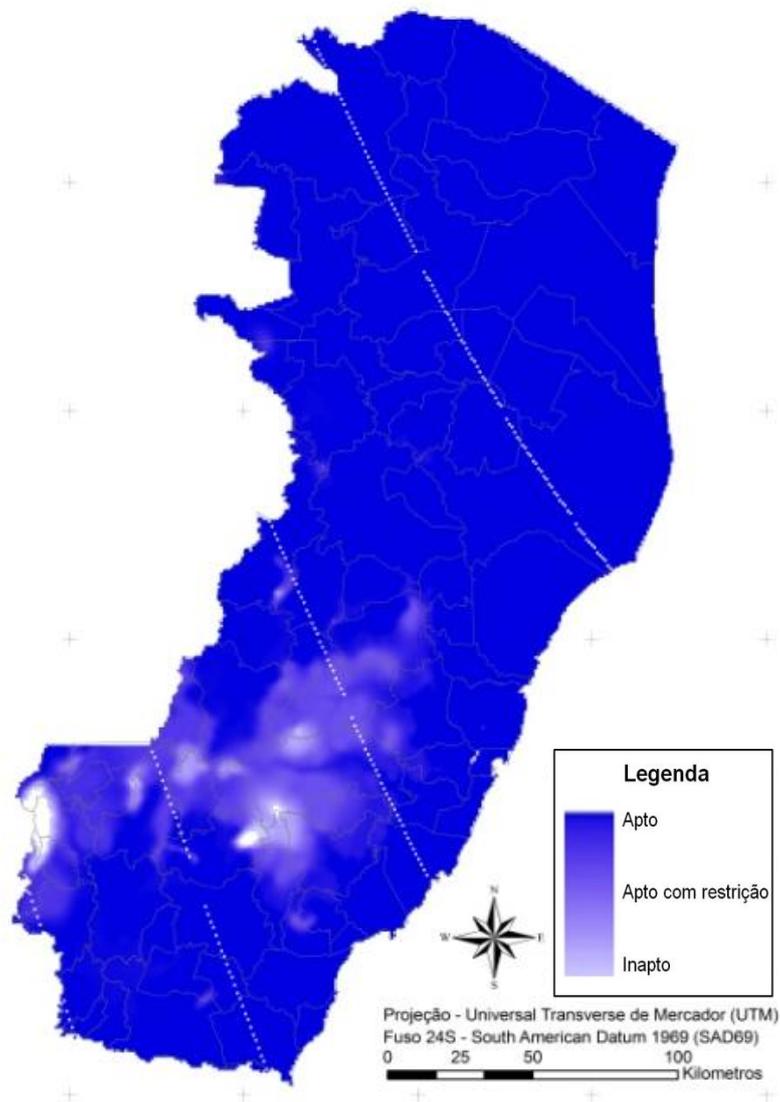


Figura 1. Temperatura média anual para *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo.

De acordo com Castro et al. (2010), a espacialização da deficiência hídrica acumulada anual é importante por indicar o grau de deficiência de água no solo. Na Figura 2 apresenta-se o mapa de deficiência hídrica reclassificado para todo o estado, de acordo com as exigências para teca. De maneira geral, pode-se inferir que a região norte possui uma área maior de deficiência hídrica quando comparada à região sul e serrana, onde os locais mais elevados apresentam deficiência hídrica anual abaixo de 50 mm. No extremo norte, a deficiência hídrica anual é superior a 250 mm, e na região oeste, no Vale do Rio Doce, foram encontrados os maiores valores de deficiência, com média próxima a 400 mm, resultante da baixa disponibilidade hídrica e do alto índice de evapotranspiração. Ressalta-se que esses valores não são indicados a teca.

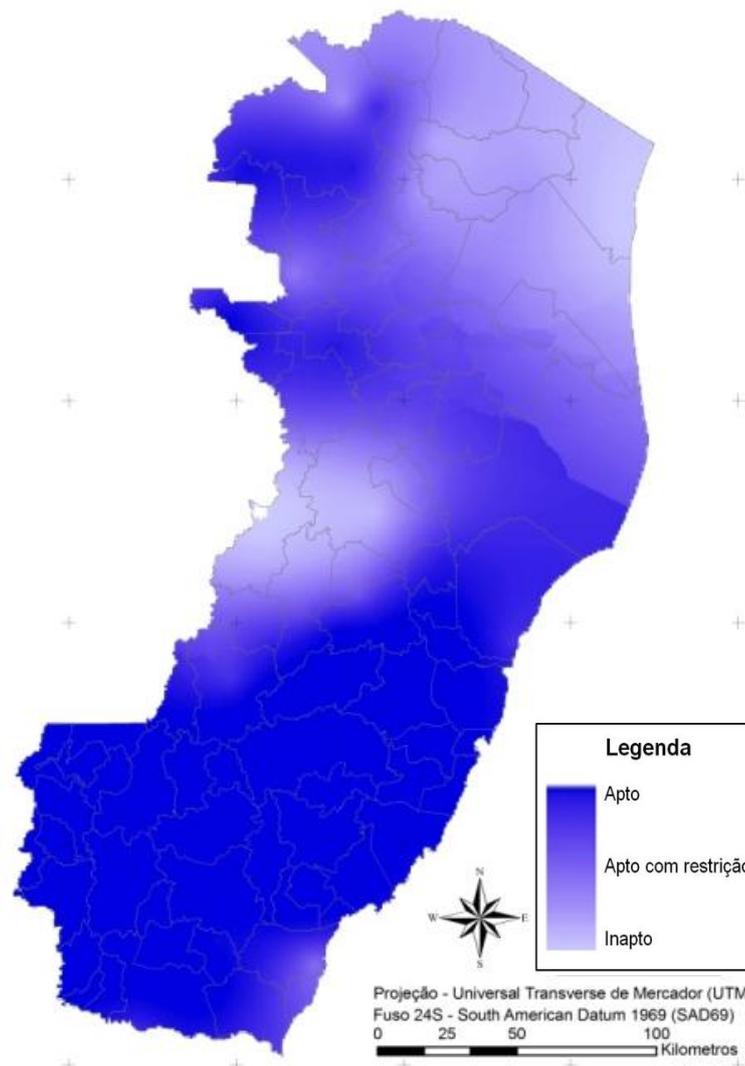


Figura 2. Deficiência hídrica anual para *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo.

A espacialização da precipitação acumulada anual para o Espírito Santo, reclassificada de acordo com as exigências hídricas para teca, está apresentada na Figura 3. A região norte apresenta menor precipitação, com valores próximos a 1.030 mm, enquanto que na região sul os valores estão próximos a 1.500 mm. O ponto de maior precipitação observado no Estado foi acima de 1.700 mm, localizado no município de Cachoeiro de Itapemirim. Há que se ressaltar que a literatura a respeito das exigências climáticas para teca considera que esse valor de precipitação é indicado para espécie, desde que as chuvas sejam bem distribuídas durante o ano.

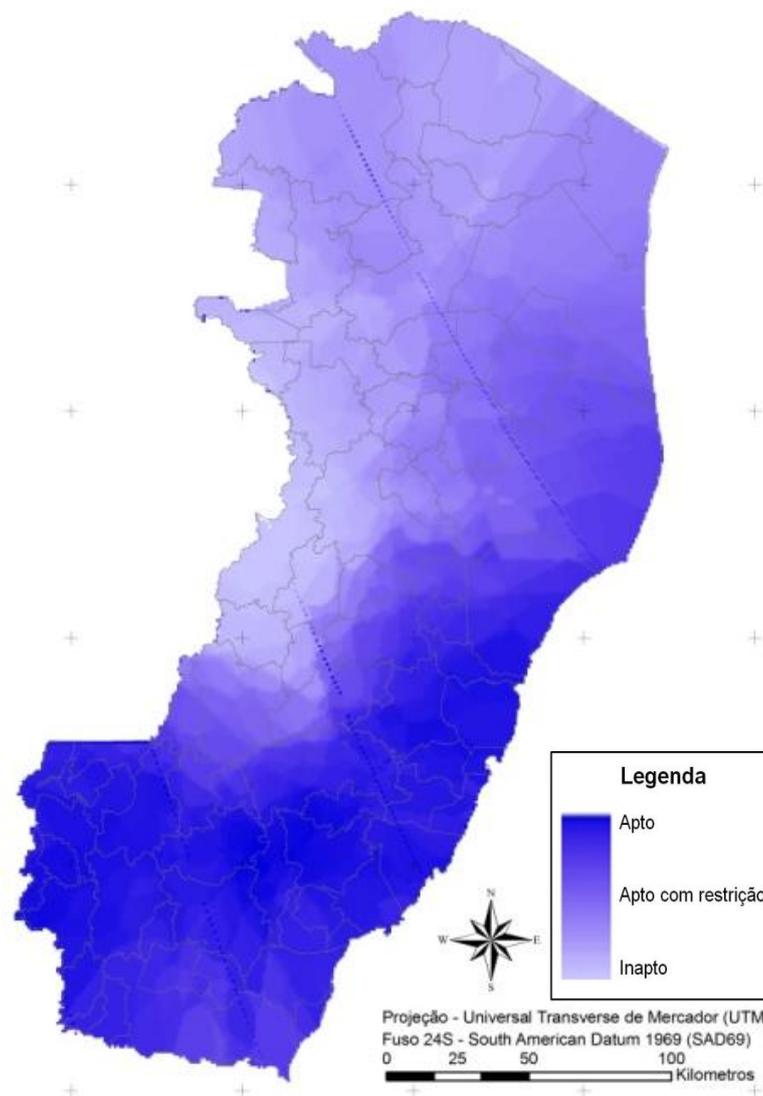


Figura 3. Precipitação acumulada anual para *Tectona grandis* L.f. no Estado do Espírito Santo.

Na Figura 4 está apresentado o mapa de textura do solo do Estado do Espírito Santo, reclassificado de acordo com as exigências para teca, obtido pelo agrupamento de zonas que apresentam a mesma textura. Observou-se a presença de áreas que representam as três classes de aptidão definidas para o Estado, sobretudo a existência de áreas inaptas devido à presença de afloramentos rochosos, na região Oeste do Estado, fator não recomendado à espécie devido à profundidade do solo, de acordo com FIQUEIREDO et al. (2005). Em geral, grande parte da região norte, litorânea e sul do Estado apresentam aptidão edáfica ao cultivo da espécie.

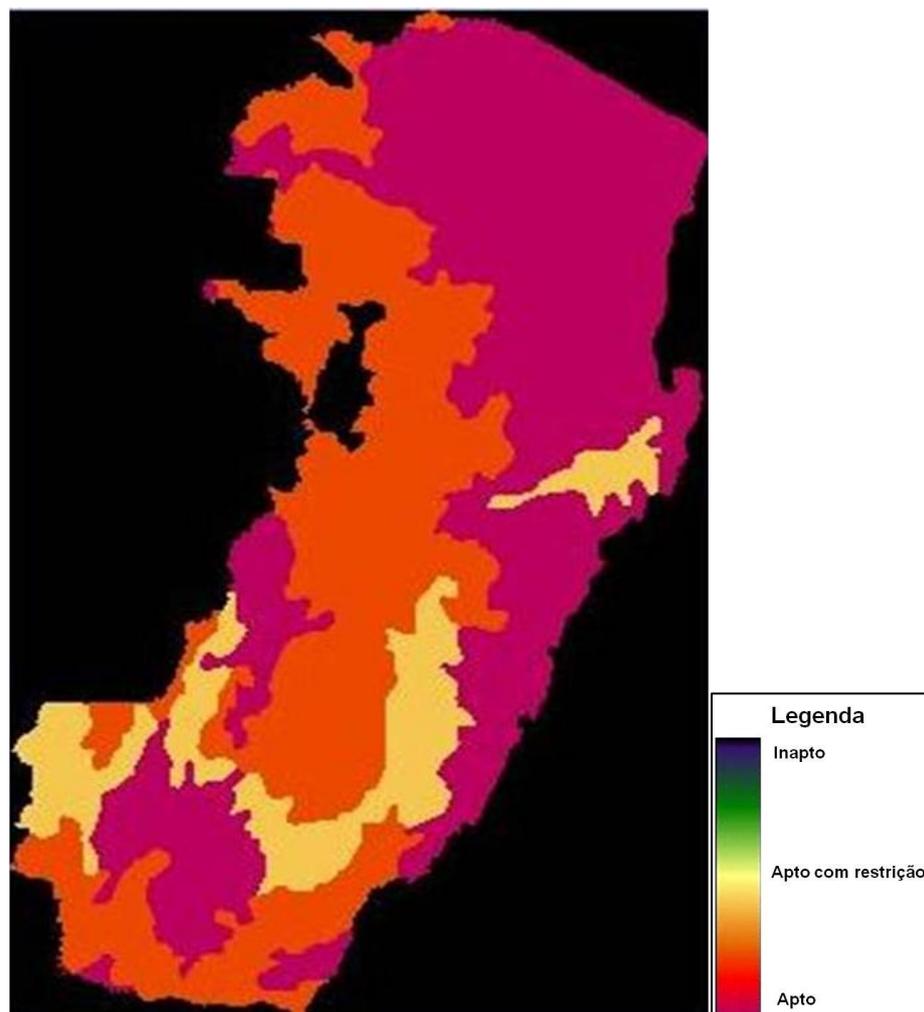


Figura 4. Mapa de classes de solo para o Espírito Santo.

Na Figura 5 está apresentado o mapa de zoneamento edafoclimático de *Tectona grandis* L.f. para o Estado do Espírito Santo. Identificaram-se áreas com aptidão para implantação de povoamentos florestais de produção e

reflorestamento com teca, de acordo com as bases estabelecidas para esse zoneamento. As áreas com aptidão para o plantio da espécie abrangem grande parte do sul e litoral centro-sul do Estado, principalmente aquelas áreas menos elevadas, onde a temperatura do ar é mais alta, a precipitação é maior e a deficiência hídrica é menor.

De acordo com o zoneamento, constatou-se que em certas áreas da região norte e serrana do Estado existe restrição hídrica, resultado da baixa precipitação e da alta deficiência hídrica, resultando na classificação dessas áreas como aptas com restrição, devido à possibilidade de ser amenizado com o uso de irrigação no primeiro ano de implantação de povoamentos.

O estudo permitiu verificar a presença de áreas inaptas ao cultivo da espécie, devido a afloramentos rochosos, presentes na região oeste do Estado. Contudo, devido ao grau de importância adotado na metodologia para cada fator, a inaptidão foi mascarada no mapa de zoneamento edafoclimático. Os fatores hídricos, que foram considerados mais importantes ao desenvolvimento da espécie, foram também responsáveis por mascarar esse resultado no mapa final. Há que se ressaltar que se deve evitar a implantação da espécie em áreas com esse tipo de restrição.

A região sul do Estado e a grande Vitória apresentaram as melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento da espécie, devido às maiores precipitações, menores deficiências hídricas, maiores temperaturas, e à ausência de afloramentos rochosos. Contudo, o solo da região sul apresenta, em algumas áreas, textura argilosa, o que não é o mais adequado à espécie. Porém, os fatores mais importantes ao desenvolvimento da teca são favoráveis na região em questão. Os municípios que apresentaram maior potencial edafoclimático ao cultivo da espécie são Jerônimo Monteiro, Alegre, Cachoeiro de Itapemirim, Castelo e Muniz Freire.

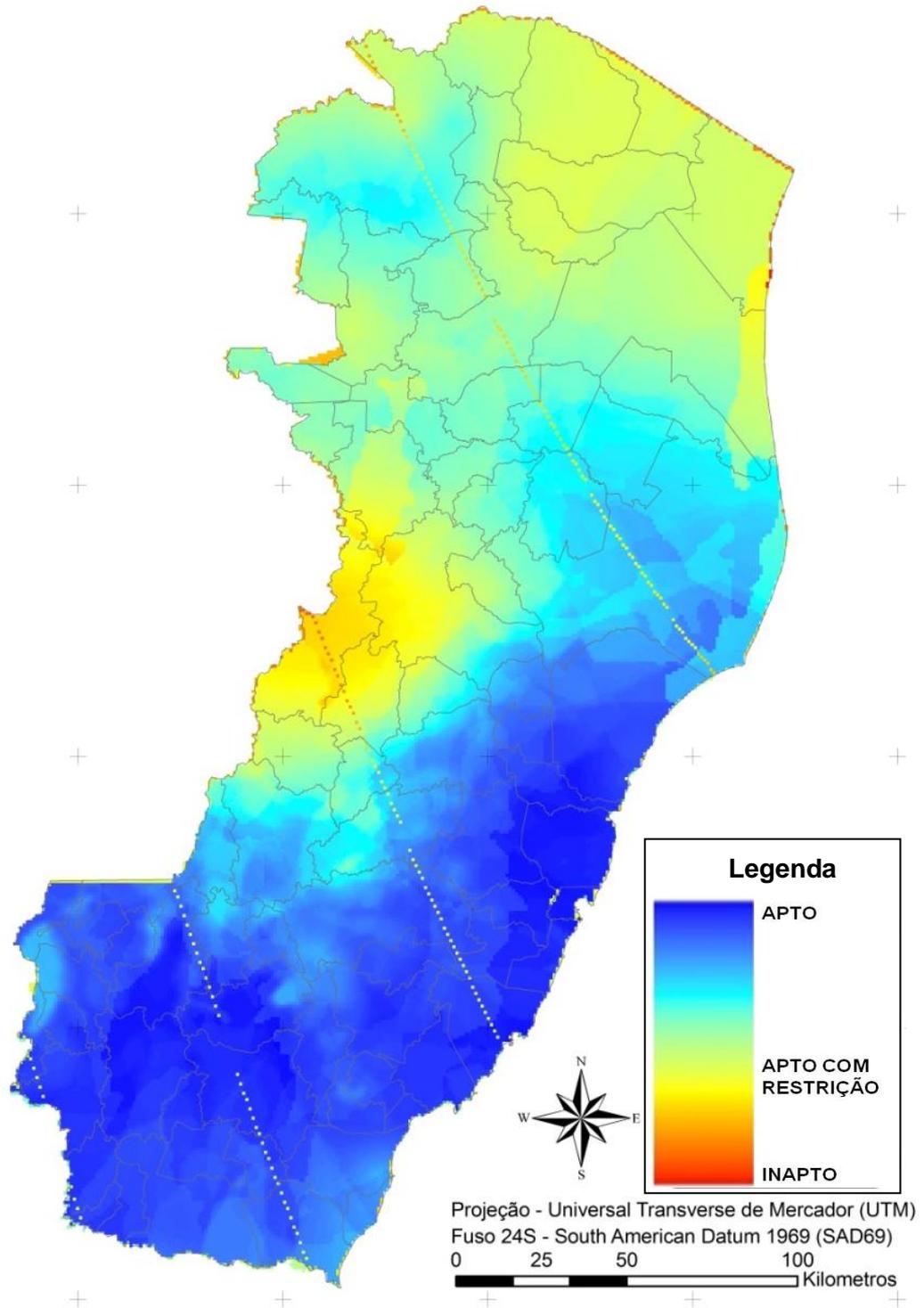


Figura 5. Zoneamento edafoclimático de *Tectona grandis* L.f. para o Estado do Espírito Santo.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos com o zoneamento edafoclimático de *Tectona grandis* L.f., pode-se concluir que:

- O sul e o litoral centro-sul do Espírito Santo apresentaram melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento de teca;
- Mesmo sendo um fator que restringe o cultivo de teca, os afloramentos rochosos verificados na região oeste do Estado foram mascarados pela lógica *fuzzy*;
- O Estado do Espírito Santo apresentou áreas aptas com restrição ao cultivo da teca na região norte e serrana, que podem ser amenizadas com uso de irrigação;
- Os municípios de Jerônimo Monteiro, Alegre, Cachoeiro de Itapemirim, Muniz Freire e Castelo apresentaram potencial edafoclimático ao cultivo de teca.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF. **ABRAF**: ano base 2010. Brasília, DF: ABRAF, 2011. 140p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF. **ABRAF**: ano base 2011. Brasília, DF: ABRAF, 2012. 140p.

CASTRO, F.S. **Zoneamento agroclimático para a cultura do Pinus no estado do Espírito Santo**. 2008, 101p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

CASTRO, F.S.; PEZZOPANE, J.E.M.; CECÍLIO, R.A.; PEZZOPANE, J.R.M.; XAVIER, A.C. Avaliação do desempenho dos diferentes métodos de interpoladores para parâmetros do balanço hídrico climatológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.14, n.7, p.871-880, 2010.

FIGUEIREDO, E. O.; OLIVEIRA, L. C.; BARBOSA, L. K. F. **Teca, *Tectona grandis* L.f.: principais perguntas ao futuro empreendedor florestal**. Rio Branco. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Acre. 2005. 87 p.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Espírito Santo**. Disponível em < http://www.es.gov.br/site/Espirito_santo/index.aspx > Acesso em 04/09/11, 2011.

NAPPO, M. E.; NAPPO, A. E.; PAIVA, H. N. Zoneamento ecológico de pequena escala para nove Espécies arbóreas de interesse florestal no estado de Minas gerais. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Periodicidade semestral, Ed. 5, jan./2005.

NUNES, E. L.; AMORIM, C. F. de; SOUZA, W. G. de; RIBEIRO, A.; SENNA, M. C. A.; LEAL, B. G. Zoneamento agroclimático da cultura do café para a bacia do Rio Doce. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 22, n. 3, 297-302, 2007.

PAULA, E. M. S. de; SOUZA, M. J. N. de. Lógica *Fuzzy* como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abr. 2007, INPE, p. 2979-2984.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade ambiental dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia, USP**. 63-74. 1994

SIQUEIRA, J. D. P. et al. Estudo ambiental para os programas de fomento florestal da Aracruz Celulose S. A. e extensão florestal do governo do estado do Espírito Santo. **Revista Floresta**, Edição especial, nov. 2004, p. 3-67. Disponível em <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/2410/2018>> Acesso em 04/09/11.

SILVA, J. X. da. **Geoprocessamento para análise Ambiental**. Rio de Janeiro: 2001. 228p.

TOLEDO, J. V.; MARTINS, L. D.; KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e da mamona (*Ricinus communis* L.) no estado do Espírito Santo. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 05, p. 41-51, 2009.

THORNTON C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publications. **Climatology**, New Jersey, Drexel Institute of Technology, 104 p., 1955.

CAPÍTULO II

**CARACTERIZAÇÃO DE SEIS POVOAMENTOS DE *Tectona grandis*
L.f. NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar dendrometricamente seis povoamentos de teca, localizados nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Mimoso do Sul e Muqui, no Sul do Estado do Espírito Santo, localizados na área de aptidão edafoclimática para teca. As avaliações dendrométricas foram realizadas em 6 parcelas de 9,0 m x 12,0 m de cada povoamento, onde foram anotadas as seguintes variáveis: i) altura total, em metros; ii) altura comercial (até a bifurcação), em metros; iii) circunferência a altura do peito (CAP), em centímetros; iv) caracterização do fuste, com base na porcentagem da altura comercial com presença de galhos grossos e quanto a tortuosidade do fuste; e v) sanidade do fuste, com base na porcentagem da altura comercial com sintomas de doenças ou ataque por insetos. Os dados foram analisados através de estatística descritiva, obtendo-se a média aritmética, o valor mínimo e o máximo, o desvio padrão, a variância e o coeficiente de variação das características avaliadas. Avaliou-se a porcentagem da altura comercial quanto à tortuosidade. Os povoamentos avaliados são pequenos, com no máximo 2 hectares. Os povoamentos estão localizados em áreas aptas a implantação de povoamentos com teca e, ainda assim, apresentaram baixas médias para as características avaliadas. Os povoamentos mais velhos apresentaram menores incrementos médios do que os mais jovens. Houve grande variabilidade nos dados observados, devido possivelmente à falta de pesquisas que direcionem as melhores formas de condução dessa espécie na região.

Palavras-chave: mensuração florestal, dendrometria, DAP.

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize dendrometricamente six teak stands, located in the municipalities of Cachoeiro de Itapemirim, Muqui and Mimoso do Sul, Southern State of Espírito Santo, located in the area of climate and soil able for teak. Dendrometric Assessments were performed in 6 installments of 9.0 mx 12.0 m of each stand, where the following variables were recorded: i) total height, in meters, ii) commercial height (to the bifurcation), in meters, iii) circumference at breast height (CAP), in centimeters, iv) characterization of the shaft, based on the percentage of presence of thick branches and the bole as tortuosity in the commercial heigh and v) sanity bole, based on the percentage of shaft trade with symptoms of disease or insect attack. Data were analyzed using descriptive statistics to give the arithmetic mean, the minimum and maximum, standard deviation, variance and coefficient of variation of the characteristics evaluated. We evaluated the percentage of commercial height as the tortuosity. Stands evaluated are small, with no more than 2 hectares. Stands are located in suitable areas to establish new populations with teak and still had lower averages for the traits evaluated. Stands older had lower average increments than younger people. There was great variability in the observed data, possibly due to the lack of research that address the best ways to conduct this kind in the region.

Keywords: forest measurement, dendrometry, DAP.

1. INTRODUÇÃO

O extrativismo desordenado das principais florestas brasileiras conduz a uma quebra do equilíbrio dos ecossistemas, que resultam em consequências indesejáveis à vida da população, às vezes irreversíveis. Para mitigar esses efeitos, é necessária a utilização de alternativas, como o manejo florestal sustentável, a reposição da cobertura florestal e a exploração das florestas plantadas, objetivando a conservação dos recursos florestais (FERREIRA e MELO, 2006).

De acordo com Ferreira e Melo (2006) há a necessidade de uma melhor gestão dos recursos florestais nativos e plantados, de forma que a utilização dos recursos florestais seja baseada em dados coletados, manipulados e analisados tecnicamente, garantindo eficiência no planejamento das decisões a serem tomadas.

A teca é uma das espécies tropicais mais plantadas no planeta (FIGUEIREDO et al., 2005). A área de plantio com teca no Brasil totalizou cerca de 68 mil ha em 2011 (ABRAF, 2012). Contudo, a produção mundial ainda é baixa quando comparada à demanda no comércio exterior (FINGER et al., 2001). No Brasil observa-se grande potencial para consumo e produção da espécie, devido à extensão de áreas adequadas à implantação e uma floresta tropical para preservar (ANGELI, 2003).

A espécie apresenta múltiplos usos, conferindo várias aplicações, dentre elas para a construção civil (na confecção de portas, janelas, painéis e forros), na construção de ambientes externos, como assoalhos e decks, na construção de móveis finos, embarcações e lâminas decorativas (ABRAF, 2011).

Cruz et al. (2008) afirmam que no Brasil as pesquisas de mensuração florestal tem sido amplamente conduzidas em povoamentos do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*, porém são escassas para povoamentos com o gênero *Tectona*. Portanto, há necessidade imediata da realização desse tipo de estudo para que novas proposições sejam feitas para a espécie, baseados em inventários florestais, que visem informar sobre recursos florestais existentes em determinada área.

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar dendrometricamente seis povoamentos de teca nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul, localizados no Sul do estado do Espírito Santo, obtendo-se informações sobre aspectos quantitativos e qualitativos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

Para a avaliação dendrométrica foram utilizados seis povoamentos de *Tectona grandis* L.f. localizados nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul. Os municípios estão presentes na região sul do Estado, onde há predominância de regiões aptas ao cultivo da espécie, de acordo com o zoneamento edafoclimático. Na Figura 1 está apresentado o mapa do Estado, com a respectiva localização dos povoamentos avaliados na região sul, sendo quatro no município de Cachoeiro de Itapemirim, um no município de Mimoso do Sul e um no município de Muqui. Ressalta-se que dois povoamentos localizados no município de Cachoeiro de Itapemirim são muito próximos, e apresentaram-se no mesmo ponto de coordenada no mapa.

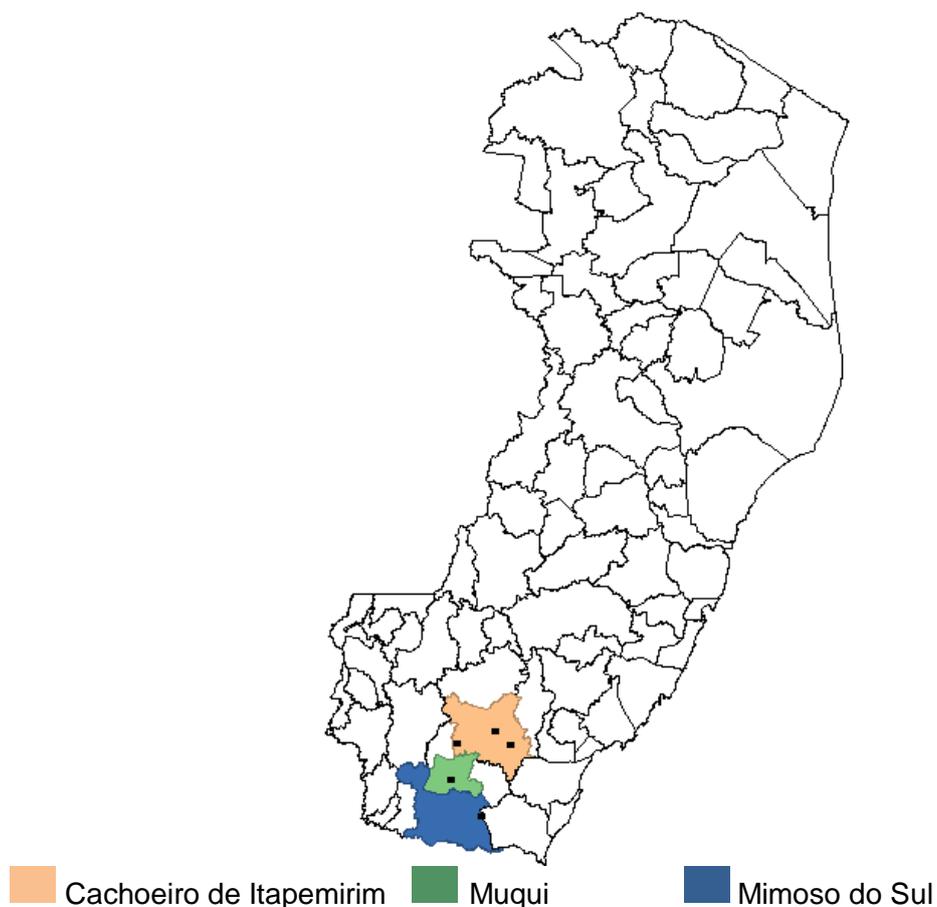


Figura 1. Mapa do Estado do Espírito Santo, com destaque para os povoamentos de teca avaliados e seus respectivos municípios.

De acordo com o Geobases (2012), obteve-se a classificação dos solos na região dos povoadamentos, a partir da base de dados Radambrasil (1983) para o Espírito Santo, na escala de 1:1.000.000, que é predominante Argissolo vermelho-amarelo, com textura argilosa a muito argilosa e relevo ondulado a fortemente ondulado, e a classificação climática, que é do tipo sub-úmido. A precipitação acumulada anual média para Cachoeiro de Itapemirim é de 1.100 mm, e para Muqui e Mimoso do Sul é de 1.400 mm.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA

Os povoadamentos foram divididos em n parcelas de 9,0 m x 12,0 m, para que destas fossem retiradas as amostras a serem avaliadas. Para a definição das parcelas a serem avaliadas, optou-se pelo sorteio aleatório, partindo de uma numeração pré-estabelecida para cada parcela. O perímetro das parcelas foi demarcado com uso de trena, não levando em consideração a declividade do terreno. A primeira árvore da primeira linha esquerda de cada parcela foi marcada com fita amarela, para posterior identificação das parcelas utilizadas na avaliação (Figura 2).

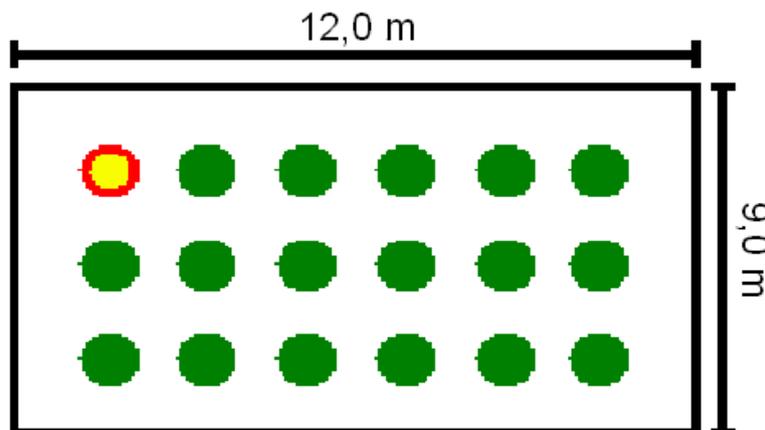


Figura 2. Parcela avaliada em povoadamentos de *Tectona grandis* L.f. nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul, no Sul do Estado do Espírito Santo (em destaque a árvore marcada com fita amarela).

De cada árvore das parcelas sorteadas, foram anotadas as seguintes variáveis:

- Altura total da planta, em metros, obtida com régua telescópica de 9 m ou Relascópio de Bitterlich, para o caso de árvores de maior porte;
- Altura comercial da planta (até a bifurcação) em metros, obtida com régua telescópica de 9 m;
- Circunferência a 1,30 m do solo, em centímetros, obtida com fita métrica graduada em centímetros;
- Caracterização do fuste, com base na porcentagem da altura comercial (AC) com presença de galhos grossos, de difícil incorporação do nó pela madeira quando cortados, e quanto a tortuosidade do fuste. Cada planta recebeu um valor que variou de 1 a 3, conforme está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação utilizada quanto à tortuosidade e presença de galhos grossos em povoamentos de teca nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul

Classificação	Descrição
1	Ausência de galhos grossos e tortuosidade
2	Até 30% da AC com galhos grossos e/ou até 30% com tortuosidade
3	Acima de 30% da AC com galhos grossos e/ou mais de 30% do fuste tortuoso

- Sanidade do fuste, com base na porcentagem da altura comercial (AC) com sintomas de doenças ou ataque por insetos. Cada planta recebeu um valor que variou de 1 a 3, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Classificação utilizada quanto à presença de sintomas de doenças e do ataque de insetos em povoamentos de teca, nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul

Classificação	Descrição
1	Ausência de sintomas de doença ou ataque de insetos
2	Até 30% da AC com sintomas de doença ou ataque de insetos
3	Acima de 30% da AC com sintomas de doença ou ataque de insetos

2.3. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram submetidos à análise descritiva, onde foram demonstrados a média aritmética, o valor mínimo e o máximo, o desvio padrão,

a variância e o coeficiente de variação das variáveis avaliadas nos povoamentos de *Tectona grandis* L.f no Sul do Estado do Espírito Santo, conforme Soares et al. (2006). Realizou-se uma avaliação da porcentagem da altura comercial quanto à tortuosidade e presença de galhos grossos com interferência na qualidade do fuste.

De acordo com Soares et al. (2006), uma unidade de circunferência equivale a 3,1416 (π) unidades de diâmetro. Assumindo essa relação, tem-se a seguinte expressão de conversão da circunferência a 1,30 m do solo (CAP) para diâmetro a altura do peito (DAP):

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad (1.0)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão apresentados os municípios com a respectiva localização, idade, nome adotado e número de plantas de cada povoamento.

Tabela 3. Informações dos povoamentos de *Tectona grandis* L.f. avaliados nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul, no Sul do Estado do Espírito Santo

Povoamentos	CI12	CI07	CI05	CI09	MI03	MU10
Idade (anos)	12	7	5	9	3	10
Coordenadas (UTM)	257795 7696635	274607 7702007	281491 7696134	281598 7696246	268398 7664895	255372 7680823
Município	Cachoeiro de Itapemirim			Mimoso do Sul	Muqui	
Número plantas*	3.360	1.500	2.530	3.500	860	3.700
Área (ha)	2,0	0,9	1,5	2,1	0,5	2,2

Em que: CI = Cachoeiro de Itapemirim; MI = Mimoso do Sul; e MU = Muqui. Os valores que acompanham as letras indicam as idades de cada povoamento. Os números de plantas dos povoamentos se referem ao número árvores plantadas.

A área total dos povoamentos de *Tectona grandis* L.f avaliados no Sul do Estado do Espírito Santo foi pequena, cerca de 9,1 ha (soma das áreas individuais). Isto pode estar relacionado à ausência de pesquisas relacionadas à espécie que forneçam informações de crescimento e produção sob as condições climáticas do Estado do Espírito Santo. A idade dos povoamentos variou de 3 a 12 anos, o que permitiu observar a espécie em vários estágios de desenvolvimento no campo. Além disso, permitiu avaliar a influência das técnicas de poda e desbaste no diâmetro do fuste.

O número de plantas avaliadas em cada povoamento está apresentado na Tabela 4. O povoamento CI09 apresentou o maior número de plantas avaliadas, o que está relacionado à mortalidade zero das plantas dentro das parcelas avaliadas e a não realização de práticas de desbaste. Tsukamoto Filho et al. (2003) recomendam que ao longo do ciclo de cultivo de teca, que é de 25 anos, deve-se proceder a realização de 5 desbastes, aos 4, 8, 12, 16 e 20 anos após o plantio. Dessa forma, deveriam ter sido realizados 2 desbastes no referido povoamento até o momento da avaliação.

O povoamento CI12 apresentou o menor número de plantas avaliadas devido à mortalidade e desbaste (esse foi o único povoamento em que foi realizado desbaste), resultando na retirada de 35 plantas. De acordo com a recomendação proposta por Tsukamoto Filho et al. (2003) e a idade do povoamento, é necessária a realização de outro desbaste para melhorar o rendimento de madeira no referido povoamento.

Tabela 4. Número de plantas avaliadas nos povoamentos de *Tectona grandis* L.f. no sul do Estado do Espírito Santo utilizados no estudo

Povoamento	Número de plantas avaliadas	Número de plantas mortas	Número de plantas desbastadas
CI12	58	15	35
CI07	96	12	0
MI03	97	11	0
CI05	100	8	0
CI09	108	0	0
MU10	105	3	0

As informações referentes à estatística descritiva, a partir dos dados da avaliação dendrométrica anotados em campo, estão apresentados na Tabela 5. O povoamento MI03 apresentou os maiores coeficientes de variação para as características altura total e diâmetro, demonstrando maior dispersão dos indivíduos em relação à média, o que pode estar associado à idade do povoamento. Além disso, por ser um povoamento jovem, não foi possível coletar dados de altura comercial.

Altos coeficientes de variação para DAP foram observados em todos os povoamentos estudados. Ressalta-se que dentro de cada povoamento não existe diferença de idade entre as plantas, mas, de acordo com MACEDO et al. (2005), a realização de desbastes podem influenciar o resultado observado para a característica diâmetro em povoamentos de teca.

Ferreira e Melo (2006) realizaram a mensuração de um povoamento de teca no município de Colorado do Oeste, Estado de Rondônia, com seis anos de idade, onde encontraram maior frequência de plantas com diâmetro entre 19

e 22,1 cm e com altura variando entre 5,2 e 6,7 m. Nesse caso, os povoamentos CI07 e CI05, que possuem idade aproximada ao referido povoamento, apresentaram, respectivamente, 10,3 e 7,9 cm de média dos diâmetros, menores do que os observados pelos autores. Contudo, o povoamento CI07 apresentou média maior para a característica altura total do que o observado em Colorado do Oeste. O povoamento CI05 apresentou valores semelhantes ao referido povoamento para a altura total.

Tabela 5. Estatística descritiva dos povoamentos de *Tectona grandis* L.f. avaliados nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul, no sul do estado do Espírito Santo

Variáveis	Povoamento	Média	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio padrão	CV (%)
Altura total (m)	CI12	13,9	12,0	15,5	0,9	0,9	6,74
	CI07	10,3	6,4	12,1	1,3	1,1	11,06
	MI03	5,6	2,9	9,4	2,6	1,6	28,82
	CI05	6,5	4,1	9,3	1,5	1,2	18,67
	CI09	13,0	4,4	16,2	7,1	2,7	20,60
	MU10	11,8	8,5	14,2	4,6	2,1	18,10
Altura comercial (m)*	CI12	8,4	6,3	12,0	1,8	1,4	16,17
	CI07	5,6	3,0	8,9	1,2	1,1	19,23
	MI03	-	-	-	-	-	-
	CI05	3,8	2,0	5,5	0,6	0,8	20,19
	CI09	5,7	2,1	8,2	2,0	1,4	24,70
	MU10	6,5	2,7	9,1	2,3	1,5	23,30
Diâmetro a altura do peito DAP (cm)	CI12	19,4	14,7	24,9	6,0	2,5	12,66
	CI07	10,3	4,3	15,0	3,8	2,0	19,01
	MI03	5,7	2,9	11,8	2,5	1,6	27,79
	CI05	7,9	3,4	10,7	3,3	1,8	23,14
	CI09	11,6	3,8	17,4	7,5	2,7	23,76
	MU10	14,4	6,1	20,9	17,4	4,2	28,80

*Não foram coletados dados de altura comercial do povoamento 3, por se tratar de um povoamento jovem.

Os municípios de realização do trabalho foram classificados como aptos à implantação de povoamentos com teca, do ponto de vista

edafoclimático, conforme o zoneamento edafoclimático apresentado no Capítulo I desse estudo, sendo que os municípios de Muqui e Mimoso do Sul apresentaram menores potenciais climáticos (precipitação e déficit hídrico) em relação ao município de Cachoeiro de Itapemirim. Contudo, os povoamentos avaliados nos três municípios apresentaram baixas médias para todas as características, o que pode estar relacionado a outros fatores, como a forma de condução dos povoamentos, ao tipo de solo (devido à escala em que o estudo de zoneamento foi realizado) ou a fatores genéticos.

As informações referentes à caracterização do fuste dos povoamentos de teca no sul do Estado do Espírito Santo estão apresentadas na Tabela 6. Os povoamentos CI12 e CI07 tiveram as maiores porcentagens de plantas que receberam a classificação 1, ou seja, 63 e 60%, respectivamente, das plantas avaliadas não apresentaram tortuosidades e galhos grossos. No caso do povoamento CI12 isso pode ser explicado pelo fato de ter sido o único povoamento em que foi realizado desbaste.

Tabela 6. Caracterização do fuste de povoamentos de *Tectona grandis* L.f. nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, Muqui e Mimoso do Sul, no sul do Estado do Espírito Santo

Povoamento	Classificação 1 (%) ¹	Classificação 2 (%) ²	Classificação 3 (%) ³
CI12	64	36	0
CI07	60	37	3
MI03*	-	-	-
CI05	15	40	45
CI09	41	47	12
MU10	58	36	6

¹porcentagem das plantas avaliadas sem tortuosidade e galhos grossos; ² porcentagem das plantas avaliadas com até 30% da altura comercial com galhos grossos e tortuosidade; ³ porcentagem das plantas avaliadas com mais de 30% da altura comercial com galhos grossos e tortuosidade; *não foram coletados dados relativos ao povoamento 3 por se tratar de um povoamento jovem.

O povoamento CI12 apresentou plantas com melhor conformação do fuste. Isto pode ser explicado pela prática de desbaste, que tem como objetivo a remoção de algumas árvores de forma a favorecer o crescimento de outras remanescentes, diminuindo a competição e disponibilizando maior quantidade de nutrientes, água e luz (SIXEL, 2008). O tipo de desbaste utilizado foi o

seletivo que, de acordo com o autor, consiste na retirada de plantas por meio de características pré-estabelecidas, geralmente eliminando árvores inferiores (defeituosas ou com menores diâmetros), e deixando no campo as plantas com maiores diâmetros. Além disso, a ausência de galhos grossos se deve aos procedimentos de poda.

O povoamento CI05 teve a maior porcentagem de plantas com tortuosidades e galhos grossos. Isto se deve, possivelmente, à ausência de práticas de poda e desbaste, não realizadas até o momento da coleta de dados, fazendo com que o povoamento apresentasse plantas excessivamente defeituosas, com muitos brotos e galhos grossos, além de fustes excessivamente finos. Caldeira e Oliveira (2008) propuseram que desbastes com intensidades de 30%, 40% e 50% aplicados aos cinco anos aumentam o DAP, a área transversal e o volume.

Os povoamentos com o menor número de plantas tortas e com galhos grossos, CI12 e CI07, apresentaram as maiores médias de diâmetro do caule com casca à altura do peito. Isto permite inferir que a adoção de práticas de manejo adequadas, como o desbaste, promove maior média do diâmetro do fuste, podendo fornecer maior volume de madeira por hectare.

A não observação de ataque de formigas cortadeiras comuns em plantios florestais se deve, em parte, ao controle praticado nos povoamentos com produtos contra os gêneros *Atta* e *Acromyrmex* e também à idade das plantas – o ataque de formigas é mais comum na fase juvenil da teca – e à presença de tectoquinona, um preservativo natural contido nas células da madeira (OLIVEIRA et al., 2007).

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados, pode-se concluir que:

- Os povoamentos são pequenos, com no máximo 2 hectares;
- Os povoamentos apresentaram grande variação no número de plantas por hectare, devido à mortalidade e práticas de manejo empregadas;
- Os povoamentos estão localizados em áreas aptas, do ponto de vista edafoclimático, a implantação de povoamentos com teca e, mesmo assim, apresentaram baixas médias para as características avaliadas;
- A ausência de pesquisas que direcionem as melhores formas de condução da espécie na região promoveu o crescimento de povoamentos com fustes desuniformes, sem a aplicação das técnicas de manejo recomendadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELI, A. *Tectona grandis*: (Teca). Departamento de Ciências Florestais – ESALQ/USP. 2003. disponível em:< <http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp> > acesso em 11/09/11.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF. **ABRAF**: ano base 2011. Brasília, DF: ABRAF, 2012. 149p.

CALDEIRA, S. F.; OLIVEIRA, D. L. C. Desbaste seletivo em povoamentos de *Tectona grandis* com diferentes idades. **Revista Acta Amazônica**, v. 38(2), p. 223-228, 2008:

CRUZ, J. P.; LEITE, H. G.; SOARES, C. P. B.; CAMPOS, J. C. C.; SMIT, L.; NOGUEIRA, G. S. Curvas de crescimento e de índice de local para povoamentos de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.32, n. 4, p. 679-685, 2008.

FERREIRA, A. G.; MELO, R. R. Inventário florestal quantitativo de plantios de teca (*Tectona grandis* L.f.) e pinho – cuiabano (*Schizolobium amazonicum* Hub.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. ISSN 1678 - 3867, ano IV, n. 07, fev./2006.

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

MACEDO, R.L.G.; GOMES, J.E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B.G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 61-69, 2005.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.487-494, 2003.

FINGER, Z; FINGER, F. A.; DRESCHER, R. Teca *Tectona grandis* L.f.): plante esta ideia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001.

OLIVEIRA, L. C.; ANGELI, A.; STAPE, J. L. Teca é nova opção na indústria mundial. **Revista da madeira**. ed. 106. jul. 2007. Disponível em: < http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1114&subject=Teca&title=Teca%20%C3%A9%20nova%20op%C3%A7%C3%A3o%20na%20ind%C3%BAstria%20mundial > Acesso em: 31out. 2011.

PEZZOPANE, J. E. M.; SANTOS, E. A.; ELEUTÉRIO, M. M., REIS, E. F. dos; SANTOS, A. R. dos. Espacialização da temperatura do ar no estado do Espírito Santo. **Revista de agrometeorologia**, Santa Maria, n.1, v.12 p. 151-158, 2004.

Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo - **GEOBASES**. Disponível em < <http://www.geobases.es.gov.br/portal/>> Acesso em 20/06/12.

SIXEL, R. M. De M. **Condução da floresta**. Jun/2008. Disponível em < <http://www.ipef.br/silvicultura/manejo.asp>> Acesso em 25/08/12.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa-MG, Editora UFV, 276 p., 2006.

CAPÍTULO III

**VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Tectona grandis* L.f. NO
MUNICÍPIO DE ALEGRE, ESPÍRITO SANTO**

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar a variabilidade genética em progênes de *Tectona grandis* L.f. no município de Alegre, Estado do Espírito Santo. A classe de solo é predominante do tipo Latossolo vermelho-amarelo, com relevo ondulado e textura argilosa. O clima da região é do tipo "Aw", com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura anual média é de 23 °C e a precipitação média anual é de aproximadamente 1.200 mm. O experimento foi instalado com 50 progênes de meio-irmãos sob delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições e cinco plantas por parcela linear, no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. O monitoramento das progênes foi realizado aos 6 e 12 meses após o plantio, onde foram avaliadas as seguintes variáveis: i) altura total das plantas, em metros; ii) diâmetro da base do caule, em centímetros; e iii) sobrevivência, em porcentagem. As variáveis foram analisadas por meio do modelo linear misto univariado e multivariado, com os programas SELEGEN - REML/BLUP e Genes. As avaliações aos seis e doze meses após o plantio apresentaram baixa magnitude para os parâmetros genéticos, o que permite inferir sobre a alta proximidade genética entre as progênes, ou sobre a baixa expressão gênica devido às características do solo da região, ou ainda sobre a influência maior do ambiente do que do próprio genótipo. Os parâmetros genéticos estimados para a população de teca indicam condições desfavoráveis à seleção nas condições avaliadas. A correlação genética foi positiva, porém apresentou baixa magnitude. O agrupamento genético não foi ajustado corretamente, devido baixa expressão gênica. O cruzamento entre as famílias mais contrastantes para obtenção de indivíduos heterozigóticos e superiores é desejado. As progênes 15, 20, 21 e 41 foram mais promissoras no Rank-Médio para os 3 caracteres avaliados. Avaliações em idades mais avançadas são necessárias para a seleção de progênes de teca.

Palavras-chave: correlação, parâmetros genéticos, herdabilidade.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the genetic variability in progenies of *Tectona grandis* Lf in the municipality of Alegre, state of Espírito Santo. The soil class is predominant type red-yellow Latossolo, undulated and with clayey. The climate is like "Aw", with the rainy season in summer and dry in winter. The average annual temperature is 23 ° C and the average annual rainfall is about 1,200 mm. The experiment was installed with 50 progenies of half-brothers under randomized block design with five replications and five plants per plot linear spaced 3,0 m x 2,0 m. The monitoring of the progeny was performed at 6 and 12 months after planting, where the following variables were evaluated: i) total height, in meters, ii) the stem base diameter in centimeters, and iii) survival percentage . The variables were analyzed through mixed linear model univariate and multivariate, with programs SELEGEN - REML / BLUP and Genes. Assessments at six and twelve months after planting showed low magnitude for genetic parameters, which allows inferring the high genetic similarity between genotypes, or on the low gene expression, due to the soil characteristics of the region, or about the greater influence of environment than own genotype. The genetic parameters for the teak population indicated unfavorable conditions for selection under the conditions evaluated. The genetic correlation was positive but showed low magnitude. The genetic clustering was not adjusted correctly, because low gene expression. The cross between the most contrasting families to obtain heterozygous individuals and superiors is desired. The progenies 15, 20, 21 and 41 were most promising Rank-Medium for the 3 traits. Reviews at older ages are needed for selection of progenies of teak.

Keywords: correlation, genetic parameters, heritability.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de teca (*Tectona grandis* L.f.) ainda é baixa em relação à sua demanda no comércio exterior, necessitando aumento da área plantada (FINGER et al., 2001). O aumento da produtividade pode ser alcançado a partir de técnicas de manejo, bem como pelo uso de sementes melhoradas com melhor rendimento de madeira, melhor sobrevivência e melhor crescimento.

Projetos de melhoramento de teca são observados mais comumente em países como a Malásia, Tailândia, Índia, Tanzânia, Indonésia, Myanmar e Costa Rica. Poucos trabalhos foram realizados com esse objetivo no Brasil (SCHUHLI e PALUDZYSZYN FILHO, 2010). A maioria dos trabalhos disponíveis no Brasil é oriunda de empresas de reflorestamento dos Estados do Mato Grosso e Acre.

De acordo com Borém e Miranda (2009), o teste de progênie é parte essencial dos programas de melhoramento, pois permite selecionar os genitores com base na informação genética de seus descendentes. O teste permite estimar ganhos genéticos e selecionar indivíduos por meio da estimação de parâmetros, como a herdabilidade, que mede o controle genético existente em determinado caráter. Além disso, houve um crescimento na utilização das análises multivariadas em programas de melhoramento de espécies florestais, a partir do avanço da informática.

As técnicas de avaliação genética são fundamentais por permitirem a predição dos valores genéticos aditivos e genotípicos dos indivíduos a serem selecionados, permitindo uma seleção mais acurada (COSTA, 2007). De acordo com Resende (2002), a metodologia RELM/BLUP tem sido amplamente utilizada para estimar parâmetros genéticos em espécies florestais, devido à ocorrência de dados desbalanceados.

Persiste no Brasil uma carência de informações a respeito da variabilidade genética existente com o uso de testes realizados com sementes que possam subsidiar o estabelecimento de programas de melhoramento com teca (COSTA et al., 2009). Sem o conhecimento da variabilidade genética existente entre os exemplares cultivados, há o comprometimento do

estabelecimento de programas de melhoramento com a espécie, bem como o comprometimento de iniciativas de produção em novas áreas, devido à ausência de informações a respeito da origem e proximidade genética das progênies.

O objetivo desse trabalho foi o de avaliar a variabilidade genética de progênies de *Tectona grandis* L.f., a partir da estimação da herdabilidade e de parâmetros genéticos para o município de Alegre, Estado do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O teste de progênie foi instalado em junho de 2011, em área cedida pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES - Alegre, cujas coordenadas UTM 243986 - 7701537. Para obtenção das informações sobre o tipo de solo, acessou-se o Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo – Geobases (2012) – por meio da localização das coordenadas no arquivo *shapefile*. A classe de solo é predominante do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, com relevo ondulado e textura argilosa.

O município de Alegre está situado a uma altitude média de 240 m. A temperatura média anual é de 23 °C e a precipitação média anual é de aproximadamente 1.200 mm (PEZZOPANE et al., 2004). O clima da região é do tipo tropical úmido (GEOBASES, 2012).

2.2. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

As mudas de teca foram produzidas no ano de 2009, a partir de sementes obtidas de 60 matrizes de polinização aberta, estabelecidas em um povoamento com 9 anos de idade, localizadas no município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo. O referido povoamento foi implantado a partir de sementes de polinização aberta, oriundas da Empresa Cáceres Florestal, Estado do Mato Grosso.

A escolha das progênies utilizadas se baseou no trabalho realizado por Costa et al. (2009), que encontraram resultados satisfatórios para a velocidade e porcentagem de germinação de sementes no município de Alegre, Espírito Santo. Com esses resultados, selecionaram-se as 50 progênies que apresentaram as maiores velocidades e porcentagens de germinação para compor o presente estudo.

O experimento foi estabelecido com 50 tratamentos (50 progênies de teca), sob o delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições e

parcelas lineares compostas por cinco plantas, no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m.

2.3. PLANTIO E CONDUÇÃO

O preparo do terreno foi realizado com capina química e manual, seguida da abertura das covas e adubação com 150 g/cova de Superfosfato Simples antes do plantio. Procedeu-se com uma adubação de cobertura com 150 g/planta de NPK (10-30-10), aos nove meses após o plantio. Os tratamentos foram mantidos livres de plantas daninhas por meio da utilização de glifosato e capina manual. O controle de formigas foi realizado por meio de intervenções com a aplicação de formicidas à base de sulfluramida. Aplicou-se água nas fases de estiagem, com uso de regador (o suficiente para evitar a morte das plantas).

Dois meses após o plantio foi realizada a primeira poda de brotos laterais. No sexto e no décimo segundo meses foram realizadas a segunda e a terceira poda para remoção de brotos laterais, ramos e folhas basais.

2.4. MONITORAMENTO DO EXPERIMENTO

O monitoramento das progênes foi realizado na fase inicial de crescimento das plantas, aos seis e doze meses após o plantio, para a estimação de parâmetros genéticos. Os seguintes caracteres foram avaliados: i) diâmetro da base do caule, em centímetros, com auxílio de paquímetro digital; ii) altura total das plantas, em metros, com auxílio de trena graduada em centímetros; e iii) sobrevivência, em porcentagem.

2.5. PREDIÇÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS

As variáveis foram analisadas usando-se a metodologia do modelo linear misto univariado e, posteriormente, realizou-se a análise multivariada (RESENDE, 2002), com uso do software SELEGEN - REML/BLUP (*restricted*

maximum likelihood) apresentado por Resende (2002). O modelo estatístico utilizado é apresentado a seguir (RESENDE, 2007):

$$y = Xr + Za + Wp + e \quad (1.0)$$

em que:

y é o vetor de dados;

r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;

a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatório);

p é o vetor de efeitos de parcela (aleatórios);

e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios); e

X , Z e W são matrizes de incidência para os referidos efeitos.

A partir das análises, obteve-se os seguintes parâmetros genéticos, conforme Resende (2002b):

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2} \quad (2.0)$$

em que:

h_a^2 = herdabilidade individual no sentido do bloco;

$\hat{\sigma}_a^2$ = variância genética aditiva;

$\hat{\sigma}_c^2$ = variância ambiental entre parcelas;

$\hat{\sigma}_e^2$ = variância residual dentro da parcela (ambiental não aditiva);

$$h_{mp}^2 = \frac{0,25 \hat{\sigma}_a^2}{0,25 \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2/b + \hat{\sigma}_e^2/(nb)} \quad (3.0)$$

em que:

h_{mp}^2 = herdabilidade média de progênies no sentido restrito do bloco;

$$CV_{gi}(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{x}} 100 \quad (4.0)$$

em que:

CV_{gi} = coeficiente de variação genética individual;

A acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}) foi obtida através da raiz quadrada da herdabilidade média de progênie.

A partir das análises dos parâmetros genéticos, realizou-se a análise de Índice de Seleção de Mulamba-Rank (MULAMBA e MOCK, 1972), através do modelo 101 do *software* Selegen, para a obtenção das melhores famílias em relação às médias genéticas das características avaliadas. Avaliou-se a correlação genética entre as características avaliadas a partir do modelo 102 do *software* Selegen.

A partir do modelo 104 do *software* Selegen, realizou-se a análise de agrupamento genético. Para a obtenção da matriz de dissimilaridade entre os indivíduos (matriz fenética), utilizou-se o programa computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2007). Para medir o grau de ajuste entre a matriz fenética e a matriz cofenética, utilizou-se o coeficiente de correlação cofenética (CCC), proposto por Sokal e Rohlf (1962).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. AVALIAÇÃO AOS SEIS MESES APÓS O PLANTIO

Os resultados referentes às estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência das progênes de *Tectona grandis* L.f aos seis meses para o sul do Estado do Espírito Santo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Estimativas de parâmetros genéticos para as características diâmetro, altura e sobrevivência em progênes de *Tectona grandis* L.f aos seis meses, no município de Alegre, Estado do Espírito Santo

Estimativas ¹	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Sobrevivência (%)
$\hat{\sigma}_a$	0,001	0,000	0,002
$\hat{\sigma}_e$	0,158	0,047	0,072
$\hat{\sigma}_f$	0,196	0,061	0,082
\hat{h}^2	0,006 ± 0,013	0,004 ± 0,011	0,022 ± 0,024
h_{mp}^2	0,020	0,0126	0,091
CV _{gi} %	2,857	2,836	4,678
CV _{gp} %	1,428	1,418	2,339
CV _e %	22,316	28,094	16,577
CV _r	0,064	0,051	0,141
Média geral	1,177	0,542	0,909
A _{cprog}	0,142	0,112	0,301

Em que: ¹ = Variância genética aditiva (σ_a); variância residual (σ_e); variância fenotípica individual (σ_f); herdabilidade individual no sentido restrito (\hat{h}^2); herdabilidade da média de progênes (h_{mp}^2); coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}%); coeficiente de variação genotípica entre progênes (CV_{gp}%); coeficiente de variação residual (CV_e%); CV_r = CV_{gp}/CV_e = coeficiente de variação relativa; acurácia seletiva de progênes (A_{cprog}).

A herdabilidade individual no sentido restrito (h^2) para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência demonstraram baixa magnitude. Consequentemente, os valores de acurácia seletiva para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência também apresentaram baixa magnitude, de acordo com a classificação proposta por Resende (2002b). O autor afirmou que a seleção baseada na informação dos indivíduos propicia acurácia maior que 0,70 quando a herdabilidade for maior que 0,50, o que não foi verificado no presente estudo.

O coeficiente de variação genotípica individual ($CV_{gi}\%$), que expressa em porcentagem da média geral a quantidade de variação genética existente, variou de 2 a 4%, portanto com valores pouco expressivos. A baixa magnitude associada a altos valores do coeficiente de variação experimental ($CV_e\%$), que variaram de 16 a 28%, proporcionaram a ocorrência de herdabilidades individuais de baixa magnitude. Verifica-se, portanto, baixa variabilidade genética para as características estudadas, o que pode ser atribuído à fase inicial de desenvolvimento do material genético, podendo haver maior expressão genética em idades mais avançadas.

Houve correlação positiva para todos os caracteres avaliados aos seis meses, conforme é mostrado na Tabela 2, sendo que a correlação genética foi maior entre as características diâmetro e altura (0,411). Isso significa que a seleção de indivíduos baseada na avaliação de uma característica, favorece simultaneamente a característica que se correlaciona positivamente. Contudo, mesmo apresentando correlações positivas, os valores observados apresentaram baixa magnitude, o que está relacionado à baixa expressão genotípica das características avaliadas, comprovado pela avaliação de parâmetros genéticos.

Tabela 2. Matriz de correlação genética para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência em progênies de *Tectona grandis* L.f aos seis meses para o município de Alegre

Variável	Diâmetro	Altura	Sobrevivência
Diâmetro	1,000	0,411	0,223
Altura	0,411	1,000	0,149
Sobrevivência	0,223	0,149	1,000

Na Figura 1 é apresentado o dendograma com o resultado do agrupamento genético com base nas distâncias euclidianas quadráticas, obtidas por meio da análise multivariada envolvendo os três caracteres, para progênies de teca aos seis meses após o plantio. Considerando-se o ponto de corte em 0,6, que representa 50% das distâncias, obtêm-se a formação de oito grupos de indivíduos abaixo desse ponto, sendo que o grupo maior apresentou 33 famílias.

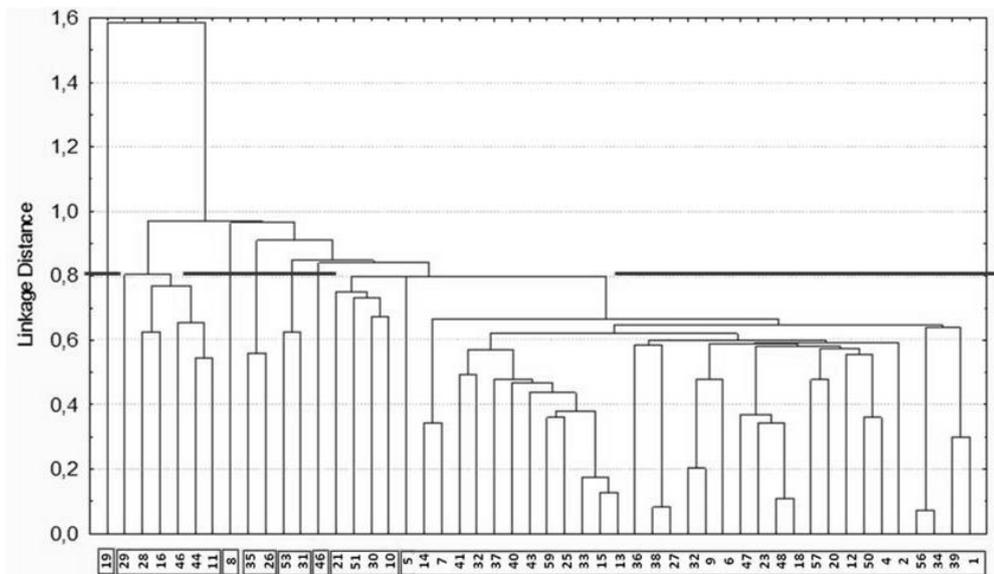


Figura 1. Dendograma das distâncias euclidianas para progênies de teca aos seis meses, no município de Alegre, Estado do Espírito Santo.

O número de procedências utilizadas nos povoamentos brasileiros favoreceu a proximidade genética das progênies. De acordo com Resende (2007), o cruzamento entre os indivíduos selecionados das melhores famílias pertencentes a grupos diferentes deve ser praticado, para aumentar a probabilidade de obtenção de alta capacidade específica de combinação ou heterose. Desta forma, obtêm-se famílias superiores compostas por irmãos completos para a seleção de clones heteróticos dentro destas famílias.

O ajuste entre a matriz fenética e cofenética a partir do Coeficiente de Correlação Cofenética (0,07) foi abaixo do valor recomendado por Sokal e Rohlf (1962), que é de 0,70, indicando uma inadequação do método de agrupamento, ou seja, não representou a real distância entre os indivíduos (matriz fenética).

Baseado na Seleção Mulamba-Rank (MULAMBA e MOCK, 1972), a seleção das progênes de teca pode ser realizada com base na média genética apresentada para as três variáveis (diâmetro, altura e sobrevivência), propondo um ranqueamento crescente entre as médias das progênes (Tabela 3). As progênes 15 e 8 apresentaram Rank-Médio igual a 5, ou seja, entre os caracteres avaliados, a média observada para os valores genéticos dos caracteres foi de 5, o que indica menor variação entre as características avaliadas.

Tabela 3. Seleção de genitores com base no Índice de Seleção Mulamba-Rank para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência em progênes de *Tectona grandis* L.f aos seis meses no município de Alegre

Ordem	Genitor	Rank-Médio
1	15	5,333
2	8	5,667
3	60	11,000
4	26	11,667
5	33	12,667
6	44	13,000
7	21	13,333
8	41	13,667
9	20	14,000
10	14	14,667

3.2. AVALIAÇÃO AOS DOZE MESES APÓS O PLANTIO

Os resultados referentes às estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência das progênes de *Tectona grandis* L.f aos doze meses após o plantio estão apresentadas na Tabela 4.

A herdabilidade individual no sentido restrito (h^2) para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência apresentou baixa magnitude. Consequentemente, os valores de acurácia seletiva para os mesmos caracteres são classificados com baixa magnitude, conforme classificação proposta por RESENDE (2002).

O coeficiente de variação genotípica individual ($CV_{gi}\%$) apresentou menor variação em relação aos dados referentes aos seis meses, variando de 2 a 3 %, apresentando valores pouco expressivos. O coeficiente de variação

experimental ($CV_e\%$), variou de 19 a 24 %, aproximadamente, e pode estar relacionado a ocorrência de herdabilidades individuais de baixa magnitude. Verifica-se, portanto, baixa variabilidade genética para as características estudadas, o que pode estar relacionado à fase inicial de desenvolvimento das plantas, sugerindo que em avaliações futuras poderá haver maior expressão gênica na população.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros genotípicos para as características diâmetro, altura e sobrevivência em progênies de *Tectona grandis* L.f aos doze meses, no município de Alegre/ES

Estimativas ¹	Diâmetro	Altura	Sobrevivência
$\hat{\sigma}_a$	0,004	0,000	0,001
$\hat{\sigma}_e$	0,450	0,054	0,133
$\hat{\sigma}_f$	0,628	0,072	0,148
\hat{h}^2	0,006 ± 0,013	0,004 ± 0,011	0,005 ± 0,012
h_{mp}^2	0,017	0,013	0,023
$CV_{gi} \%$	2,320	2,730	3,405
$CV_{gp} \%$	1,160	1,365	1,702
$CV_e \%$	19,900	26,818	24,715
CV_r	0,058	0,051	0,069
Média geral	2,256	0,628	0,817
A_{cprog}	0,129	0,113	0,152

Em que: ¹ = Variância genética aditiva (σ_a); variância residual (σ_e); variância fenotípica individual (σ_f); herdabilidade individual no sentido restrito (\hat{h}^2); herdabilidade da média de progênies (h_{mp}^2); coeficiente de variação genética aditiva individual ($CV_{gi}\%$); coeficiente de variação genotípica entre progênies ($CV_{gp}\%$); coeficiente de variação residual ($CV_e\%$); $CV_r = CV_{gp}/CV_e$ = coeficiente de variação relativa; acurácia seletiva de progênies (A_{cprog}).

Houve correlação positiva para os caracteres avaliados aos doze meses, conforme é mostrado na Tabela 5. A correlação genética foi maior entre

as características diâmetro e altura (0,786), repetindo a observação da avaliação aos seis meses. O grau de correlação genética entre os caracteres diâmetro e altura é maior do que entre essas duas características e sobrevivência, o que indica uma menor expressão gênica de sobrevivência. Contudo, o valor observado foi baixo, da mesma forma que o observado na avaliação aos seis meses.

Tabela 5. Matriz de correlação genética para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência em progênies de *Tectona grandis* L.f aos doze meses para o município de Alegre

Variável	Diâmetro	Altura	Sobrevivência
Diâmetro	1,000	0,786	0,424
Altura	0,786	1,000	0,308
Sobrevivência	0,424	0,308	1,000

Na Figura 2 está apresentado o dendograma obtido pelo agrupamento genético de progênies de teca aos doze meses, com base nas distâncias euclidianas quadráticas, obtidas por meio da análise multivariada envolvendo os três caracteres. Considerando-se o ponto de corte em 0,5, que representa 50% das distâncias, observa-se a formação de 15 grupos de indivíduos abaixo desse ponto, sendo que o grupo maior apresenta 22 famílias. A avaliação aos 12 meses apresentou um maior número de grupos do que a avaliação aos seis meses. De acordo com Resende (2007), a possibilidade de cruzamento entre indivíduos de famílias de grupos distintos para a obtenção de genótipos heteróticos e, possivelmente, de heterose.

Da mesma forma que ocorreu na avaliação aos seis meses, o ajuste entre a matriz fenética e cofenética a partir do Coeficiente de Correlação Cofenética (0,64) apresentou valor abaixo do recomendado por Sokal e Rohlf (1962) que é de 0,70, indicando uma inadequação do método de agrupamento. Isso pode ser confirmado pela análise de correlação, que demonstrou valores pouco expressivos para as variáveis aos seis e doze meses após o plantio.

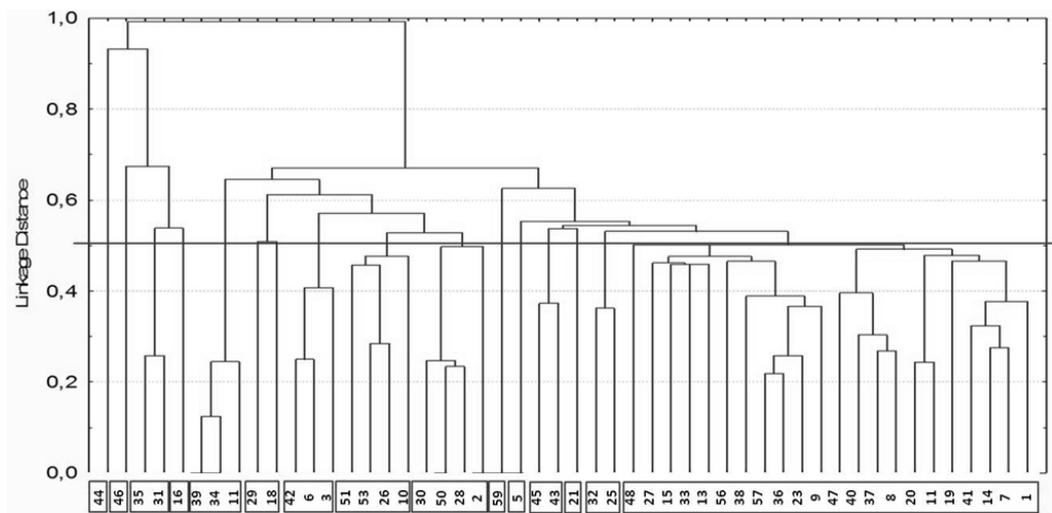


Figura 2. Dendrograma das distâncias euclidianas para progênies de teca aos doze meses, no município de Alegre, Estado do Espírito Santo.

O Índice de Seleção Mulamba-Rank (MULAMBA e MOCK, 1978) apresenta um ranqueamento crescente entre as médias genéticas das progênies, propondo uma possível seleção com base neste tipo de análise (Tabela 6). Aos doze meses, as progênies 1 e 21 apresentaram menores Rank-Médios para os caracteres avaliados. A média observada para os valores genéticos dos caracteres foi de 5 e 7, o que indica menor variação entre as características avaliadas, que pode sugerir a seleção destas progênies.

Tabela 6. Seleção de genitores com base no Índice de Seleção Mulamba-Rank para os caracteres diâmetro, altura e sobrevivência em progênies de *Tectona grandis* L.f com doze meses, para o município de Alegre

Ordem	Genitor	Rank-Médio
1	1	5,000
2	21	7,000
3	13	7,667
4	41	7,667
5	8	8,000
6	9	8,333
7	38	8,667
8	48	10,333
9	20	11,000
10	15	12,667

Alguns fatores podem ter influenciado os resultados observados para a baixa variabilidade genética entre as famílias, tais como a possibilidade de se tratar de uma população com base genética restrita, resultando na proximidade

genética entre os indivíduos avaliados, demonstrado pela análise de agrupamento genético. As progênies avaliadas podem não ter origem de uma população panmítica, que realiza cruzamentos ao acaso, e se tratar, dessa forma, de uma população de irmãos completos, e não uma população de meio-irmãos, como se esperava. Além disso, a região onde o experimento foi instalado possui solos predominantemente classificados como Latossolo, com textura argilosa e, possivelmente pouco profundos (GEOBASES, 2012), o que pode interferir no desenvolvimento das plantas, conforme recomenda Figueiredo et al. (2005).

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos é possível concluir que:

- A baixa magnitude observada para os parâmetros genéticos pode estar ocorrendo devido à ausência de expressão gênica influenciada pelas características do solo da região, pela proximidade genética entre as progênes, ou pela influência maior do ambiente do que do próprio genótipo, devido à idade das plantas;
- Os parâmetros genéticos estimados para a população de teca indicam condições desfavoráveis para a seleção nas condições avaliadas;
- A correlação genética foi positiva para as três características, contudo apresentou valores de baixa magnitude, devido à ausência de expressão gênica;
- O agrupamento genético permitiu inferir que existe grande proximidade genética entre as progênes estudadas, resultando em baixa variabilidade e coeficientes de herdabilidade quase nulos;
- Não houve ajuste entre as matrizes fenética e cofenética, devido à ausência de expressão gênica;
- Na sequência das avaliações, o cruzamento entre as famílias mais contrastantes para obtenção de indivíduos heterozigóticos e superiores é desejado;
- As progênes 15, 20, 21 e 41 foram mais promissoras no Rank-Médio para os 3 caracteres avaliados aos 6 e 12 meses;
- Avaliações em idades mais avançadas são desejadas para a seleção de progênes de teca;
- Os estudos revelaram que ocorre forte influência do ambiente sobre o genótipo em idade inferior a 12 meses, na área de abrangência de estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORÉM, A.; Miranda, G.V. **Melhoramento de plantas**. 5ª edição. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, V. S. M. Experimentação e seleção no melhoramento genético de TECA (*Tectona grandis* L.f.). **Revista Floresta e Ambiente**. v.14, n.1, p. 76-92, 2007.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; GONÇALVES, P. S.; CHICHORRO, J. F.; ROA, R. A. R. Variabilidade genética e seleção para caracteres de crescimento da seringueira. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 299-305, 2008.

COSTA, R. B.; CHICHORRO, J. F.; RESENDE, M. D. V.; ROA, R. A. R.; COTTA, T. R.; CEZANA, D. P. Variabilidade genética para o caráter germinação em matrizes de teca, no Município de Alegre, ES. **Revista Florestal Brasileira**, Colombo, n. 59, p. 57-61, jul.-dez. 2009.

CRUZ, C.D. e REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Impr. Univ. 1994. 390 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Versão Windows, Viçosa, UFV, 2007.

FIGUEIREDO, E. O. **Reflorestamento com teca** (*Tectona grandis* L.f.) **no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2001, 28 p. (EMBRAPA Acre. Documentos, 65).

FINGER, Z; FINGER, F. A.; DRESCHER, R. Teca (*Tectona grandis* L.f.): plante esta ideia. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria-RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. CD-Rom.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potencial of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p. 40-51, 1978.

PEZZOPANE, J. E. M; SANTOS, E. A.; ELEUTÉRIO, M. M., REIS, E. F. dos.; SANTOS, A. R. dos. Espacialização da temperatura do ar no estado do Espírito Santo. **Revista de agrometeorologia**, Santa Maria, n.1, v.12 p. 151-158, 2004.

REGAZZI, A. J. **Curso de Análise Multivariada Aplicada** (notas manuscritas). DPI - UFV. Viçosa - Minas Gerais, 2010.

RESENDE, M.D.V. **Software Selegen – REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 67p.

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

RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 362p.

SCHUHLI, G. S.; PALUDZYSZYN FILHO, E. P. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. **Revista Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 217-230, ago.-out. 2010.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendograms by objective methods. **Taxonomy**, v.11, p. 33 – 40, 1962.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de elaboração de estudos envolvendo o gênero *Tectona* no Estado do Espírito Santo é imediata para que seja uma alternativa a ser adotada por produtores rurais para obtenção de renda na propriedade. Grandes são as dificuldades enfrentadas pelos produtores, no que diz respeito ao desconhecimento de informações sobre a condução desses plantios observados na região de estudo. A determinação das áreas adequadas e práticas de manejo são informações essenciais a serem repassadas. O estudo de zoneamento é uma ferramenta importante para ser utilizada por produtores rurais, pois permite visualização direta dos resultados.

Existem muitas dificuldades quando se trata da implantação de experimentos para pesquisas, principalmente quanto à introdução de espécies florestais no Estado. A ausência de financiamento e a dificuldade em se conseguir mão-de-obra impossibilitam a implantação e a condução de pesquisas importantes para o desenvolvimento do Estado.

A variabilidade na forma de condução e manejo observados retarda o desenvolvimento da atividade florestal, especificamente para teca. O Estado é promissor para a espécie, por apresentar áreas adequadas ao plantio, clima favorável e uma unidade de pesquisa admirada capaz de apresentar resultados importantes para a atividade.

Projetos de melhoramento de teca devem ser incentivados para que sejam obtidos indivíduos adaptados às condições adversas observadas no Estado. Além disso, pesquisas com clonagem e produção de mudas são promissoras na região.