

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**BIOMASSA, CARBONO E RELAÇÃO ENTRE
ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E VARIÁVEIS DE
PRODUÇÃO DA TECA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SUEZA BASSO

IRATI-PARANÁ

2016

SUEZA BASSO

**BIOMASSA, CARBONO E RELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO
E VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DA TECA**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Centro-
Oeste, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Ciências
Florestais, área de concentração
em Manejo Florestal, para a
obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Orientador

Prof. Dr. Cristiano André Pott
Co-Orientador

Prof. (a) Dra. Kátia Cyrene Lombardi
Co-Orientadora

IRATI – PARANÁ

2016

Catálogo na Fonte
Biblioteca da UNICENTRO

BASSO, Sueza.
B322b Biomassa, carbono e relação entre atributos químicos do solo e variáveis de produção da teca. – Irati, PR : [s.n], 2016.
74 f.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Coorientador: Prof. Dr. Cristiano André Pott

Coorientadora: Prof^a Dr^a Kátia Cyrene Lombardi

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Área de Concentração: Manejo Florestal. Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR.

1. Engenharia Florestal – dissertação. 2. *Tectona grandis*. 3. Sistema Silvopastoril. I. Watzlawick, Luciano Farinha. II. Pott, Cristiano André. III. Lombardi, Kátia Cyrene. IV. UNICENTRO. V. Título.

CDD 631.4


TERMO DE APROVAÇÃO

Defesa Nº 92

Sueza Basso

“Biomassa, carbono e relação entre atributos químicos do solo e variáveis de produção da Teca”

Dissertação aprovada em 13/07/2016, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:



Dr. Eleandro José Brun

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Primeiro Examinador



Dr. Jey Marinho de Albuquerque

Secretaria Estadual de Educação do Paraná
Segundo Examinador



Dra. Kátia Cyrene Lombardi

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Terceira Examinadora



Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Irati - PR
2016

Aos meus pais por todo apoio e incentivo,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por mais uma meta atingida.

Aos meus pais Valdir Basso e Anelí Romano Basso pelo permanente apoio e incentivo em minha formação pessoal e profissional.

Ao meu namorado Fernando M. Passos pela compreensão, carinho, paciência, incentivo, apoio incondicional nesta fase e por mesmo distante se fazer presente em todos os meus dias.

À empresa BACAERI FLORESTAL - LTDA pela disponibilidade da área de estudo e todo apoio concedido durante as coletas de dados.

Ao Prof. Marco Antônio Camilo pela contribuição a mim e ao projeto.

Às minhas amigas de graduação Alline T. Franco, Caroline e Andressa Spaniol, Cintia G. Oliveira e Silvani Batista, por me mostrarem que a distância não afasta verdadeiros amigos.

Aos amigos que Irati me proporcionou Jocasta Lerner, Pâmela Batista, Tamara Payá, Renata Carvalho, Carla Krulikowski Rodrigues, Isabel Homczinski, Odimeia Teixeira, Vanessa Moreira, Murilo Malheiros, Cristian Reinelli, Tiago Grespan, Josmar Viana, Edson Serpe, Mario Boff pelos momentos agradáveis no decorrer do mestrado.

À Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Campus de Irati, pela oportunidade concedida e aos professores do programa pelos ensinamentos.

À CAPES pela concessão da bolsa.

Ao Prof. Dr. e orientador Luciano Farinha Watzlawick, a co-orientadora Prof. (a) Dra. Kátia Cyrene Lombardi e ao co-orientador Prof. Dr. Cristiano André Pott pelas orientações, dedicação, paciência e seus conhecimentos repassados durante todo o desenvolvimento do trabalho. Obrigada também pelas críticas que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional. Esse mérito também é de vocês!

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

LISTAS DE ABREVIATURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 ASPECTO GERAL DA PESQUISA	11
1.1 INTRODUÇÃO.....	11
1.2 OBJETIVO	14
1.3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
1.4 MATERIAL E MÉTODO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
2 BIOMASSA E CARBONO EM PLANTIO JOVEM DE <i>Tectona grandis</i> Lin.f.....	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
2.1 INTRODUÇÃO.....	34
2.2 MATERIAL E MÉTODO	37
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
2.4 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
3 CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DA <i>Tectona grandis</i> Lin.f EM SISTEMA SILVIPASTORIL.....	53
RESUMO	54
ABSTRACT	55
3.1 INTRODUÇÃO.....	56
3.2 MATERIAL E MÉTODO	59
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.4 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74

LISTAS DE ABREVIATURAS

Al	Alumínio
C	Carbono
C.V	Coefficiente de Variação
c/c	Com casca
Ca	Cálcio
cm	Centímetros
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DAP	Diâmetro a altura do peito
DAP/Ht	Relação DAP e Altura Total
H	Hidrogênio
ha	Hectare
Ht	Altura Total
K	Potássio
kg	Quilograma
m	Metros
Mg	Magnésio
MO	Matéria Orgânica
Ms (a)	Massa de matéria seca das amostras
Ms (c)	Massa de matéria seca total no campo
Mu (a)	Massa de matéria úmida das amostras
Mu (c)	Massa de matéria úmida total no campo
Na	Sódio
pH	Acidez ativa
r	Coefficiente de correlação
SB	Soma de Bases
SSP	Sistema silvipastoril
V%	Saturação por Bases

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teores médios para os atributos químicos do solo antes da implantação do povoamento de Teca.	26
Tabela 2. Valor médio para área de estudo para o silte a argila da areia.	27
Tabela 3. Estatística descritiva da biomassa do tronco c/c galhos, folhas e raízes de um povoamento de <i>Tectona grandis</i> implantado em sistema silvipastoril aos 27 meses de idade.	41
Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) dos teores de Carbono orgânico para o tronco c/c, folhas, galhos e raízes de <i>Tectona grandis</i> aos 27 meses de idade.	42
Tabela 5. Teores médios de C (%) para os compartimentos tronco c/c, folhas, galhos e raízes e sumarização para um plantio de <i>Tectona grandis</i> clonal aos 27 meses de idade em SSP, Alta Floresta - MT.	43
Tabela 6. Correlação Linear Simples entre as variáveis dendrométricas (DAP, Ht e DAP/Ht), estoque de biomassa e estoque de carbono (C) em distintos componentes para árvores de <i>Tectona grandis</i> aos 27 meses de idade.	45
Tabela 7. Estatística descritiva das variáveis dendrométricas (DAP e Ht) para um povoamento de <i>Tectona grandis</i> aos 27 meses de idade em Alta Floresta - MT. .	61
Tabela 8. Valores médios para as variáveis dendrométricas diâmetro a 1,30 m (DAP, cm) e altura total (Ht, m) para distintos povoamentos de <i>Tectona grandis</i> , seguido da idade do povoamento, localidade do estudo e seus respectivos autores.	62
Tabela 9. Médias dos atributos químicos do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm e desvio padrão, do povoamento de <i>Tectona grandis</i> aos 27 meses de idade em Alta Floresta – MT.	63
Tabela 10. Correlação Linear Simples entre atributos químicos do solo com variáveis de produção de <i>Tectona grandis</i> aos 27 meses de idade em Alta Floresta – MT.	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tronco (1), folhas (2), frutos (3) e flores (4) de <i>Tectona grandis</i> no município de Alta Floresta – MT.	16
Figura 2. Corte do fuste com casca (1), componente galhos (2) e folhas (3) de <i>Tectona grandis</i> aos 27 de idade em um SSP no Município de Alta Floresta, MT.....	37
Figura 3. Retirada das raízes em plantio de <i>Tectona grandis</i> aos 27 meses de idade em SSP no Município de Alta Floresta, MT.	38
Figura 4. Participação percentual dos componentes na biomassa total e estoque de carbono da <i>Tectona grandis</i> aos 27 meses de idade.	44
Figura 5. Esquema da coleta de amostra de solo para as análises químicas.	59

RESUMO

Sueza Basso. Biomassa, carbono e relação entre atributos químicos do solo e variáveis de produção da Teca.

A *Tectona grandis* é originária do sudeste asiático e tem se adaptado bem no Brasil. O objetivo deste trabalho foi quantificar a biomassa e o estoque de C em diferentes componentes da Teca e correlacionar variáveis de produção com atributos químicos do solo. Para tanto, foi realizado um inventário com amostragem sistemática, mensurando-se a Ht e DAP em povoamento de Teca aos 27 meses de idade. Após o inventário, selecionou-se aleatoriamente 24 árvores para quantificação da biomassa, destas, 10 árvores foram selecionadas aleatoriamente para determinação do teor de C, as mesmas árvores foram utilizadas para coleta de solos. O trabalho foi dividido em dois capítulos. No capítulo I foi abordado à quantificação da biomassa, teor e estoque de C nos distintos componentes e a correlação entre as variáveis dendrométricas (DAP, Ht e DAP/Ht) com o estoque de biomassa e C. O estoque de biomassa e C foram distintos entre os componentes, sendo maior no tronco c/c e menor nos galhos. Houve diferença entre os teores de C dos componentes, sendo mais elevado no tronco c/c e raízes e menos elevado nos galhos. O DAP e a Ht apresentaram maiores correlações com a biomassa e C do tronco, já DAP/Ht com as raízes. O DAP, Ht e DAP/Ht tiveram correlações baixas com os galhos e folhas. No capítulo II, foi abordada a relação entre variáveis de produção com os atributos químicos do solo. O DAP e a Ht apresentaram as maiores correlações positivas com Ca/Mg, H+Al, MO e Ca e negativas com o Na. A biomassa do tronco c/c apresentou maiores correlações positivas com o Ca, H+Al e MO e negativas com o Na. A biomassa dos galhos apresentou maior correlação positiva com o H+Al e negativa com a SB e CTC. Enquanto que a biomassa das folhas apresentou correlações não significativas com todos os atributos químicos do solo. A biomassa radicular apresentou maior correlação positiva com a acidez potencial e negativa com o Mg.

Palavras-Chave: *Tectona grandis*, produção, desenvolvimento, sistema silvipastoril.

ABSTRACT

Sueza Basso: Biomass, carbon and the relations in between the soil's chemical properties and variables on Teak production.

Tectona grandis is a tree species originally from South East Asia which adapted very well in Brazil. For this reason the objective of this work is to quantify the biomass and C stock in different elements of Teak tree and correlate the variables of production with the soil's chemical properties. A forestry inventory was made by taking measures of the height and DBH of a Teak plantation at age 27 months. Afterwards, there were randomly selected 24 individuals for biomass quantification, and 10 from 24 were chosen for C quantification; additionally the soil where these trees stand was collected for analysis. The essay is divided in 2 chapters. The first chapter is about the biomass quantification, content and stock of C and the correlation in between the variables of DBH, height and DBH/height with biomass and C stock. Biomass and C stock were distinguished among the components of the trees. The results showed a higher presence in the bole and smaller in branches. The DBH and height showed higher correlation with biomass and C stock in bole, and DBH/height with roots. DBH, height and DBH/height showed lower correlation with branches and leaves. In the second chapter was analyzed the correlation in between production and the soil's properties. DBH and height showed positive correlations with Ca/MG, H+Al, MO and Ca and negative correlation with Na. Branches' biomass showed higher positive correlation with H+Al and negative with SB and CTC. Leaves' biomass did not show any significant correlation with soil's properties. Roots' biomass showed higher positive correlation with potential acidity and negative with Mg.

Keywords: *Tectona gradis*, production, development, silvipastoral system.

1 ASPECTO GERAL DA PESQUISA

1.1 INTRODUÇÃO

Com rápido crescimento e fonte de matéria prima renovável, as florestas plantadas têm suas vantagens conhecidas pelo homem há muito tempo. São utilizadas para produção de energia, recuperação de áreas degradadas, produção de toras para serraria e laminação, produção de papel e celulose entre outros. Sendo assim, os reflorestamentos tiveram crescente aumento em todo o mundo, inclusive no Brasil.

De acordo com Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2015), o setor brasileiro de árvores plantadas é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais, sendo os 9% restantes de florestas nativas manejadas legalmente.

O estabelecimento do protocolo de Kyoto, em 1997, com suas metas de redução de emissão de carbono, fez com que a regulamentação da exploração de florestas naturais aumentasse. No Brasil os estados pertencentes à Amazônia Legal tiveram que reduzir as explorações não sustentáveis de floresta nativa e incentivar a prática do manejo sustentável, além de fomentar o reflorestamento com plantas exóticas e nativas, entretanto, a silvicultura nesta região ainda é incipiente.

Em 2014, o setor de florestas plantadas no Brasil atingiu um crescimento de 1,8% quando comparado com o ano de 2013. Os plantios de Eucalipto representam 71,95% das espécies plantadas no Brasil, o Pinus 42,4%. Enquanto que a Acácia, Teca, Seringueira e Paricá estão entre as outras espécies plantadas, com a Teca representando uma área de 87.499 ha plantados (IBÁ, 2015).

O Estado de Mato Grosso é iniciante em silvicultura, com base florestal plantada incipiente, ocupando menos de 0,2% do território estadual. Contudo, várias espécies florestais, inclusive nativas, vêm sendo plantadas em escala comercial. Mesmo em pequenas extensões territoriais esses plantios poderão fornecer importantes informações quanto à viabilidade de plantios florestais comerciais em maiores escalas no futuro, podendo indicar o desempenho e potencial das espécies e dos tipos de materiais genéticos testados (procedências, progênies, clones), como também dos ambientes mais favoráveis para seu cultivo (SHIMIZU et al., 2007).

A longa distância dos polos fornecedores de insumos, das indústrias de base florestal e dos mercados consumidores foram alguns dos motivos que fizeram com que a silvicultura no

Estado de Mato Grosso permanecesse pouco desenvolvida. De acordo com Shimizu et al. (2007) os plantios florestais tiveram início somente na década de 70, sendo a maioria com espécies exóticas com o objetivo de atender a demanda por carvão vegetal, óleos essenciais, frutos, lenha industrial, toras, entre outros.

Dentre as espécies florestais plantadas no estado de Mato Grosso, destaca-se a Teca. De origem Asiática, a espécie foi introduzida no estado com o objetivo comercial de produção de toras em 1970 no Município de Cáceres. Em 2007, segundo Shimizu et al. (2007), a Teca era a espécie mais plantada no estado de Mato Grosso. Os plantios estavam distribuídos em 42 municípios, sendo que os maiores povoamentos se encontravam em ordem decrescente nos municípios de Cáceres (10.713 ha), Brasnorte (5.316 ha), Rosário Oeste (5.205 ha) e Alta Floresta (4.569 ha). Foi constada como única espécie florestal plantada nos municípios de Juruena (1.564 ha), Cotriguaçu (1.345 ha), Jauru (1.052 ha) e Curvelândia 647 ha.

De acordo com a Federação da Agricultura e Pecuária do estado de Mato Grosso (FAMATO, 2013), o estado de Mato Grosso possui a maior área plantada de Teca do Brasil e de todos os países da América Latina. O estado possuía aproximadamente 64 mil hectares de área plantada com Teca no ano de 2012. A produção estadual estava localizada principalmente nos municípios de Cáceres (12.161,28 ha), Barra do Bugres (7.564,63 ha), Água Boa (5.241,23 ha), Juara (4.515,80 ha) e Alta Floresta (3.724,70 ha).

A espécie tem se adaptado bem no Estado, apresentando crescimento superior quando comparado a países de origem. Porém, o crescimento e a qualidade dos plantios dependem de fatores como a qualidade do material propagativo utilizado, características do solo (fertilidade e profundidade), condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento e dos tratamentos silviculturais aplicados. A produtividade da espécie no estado de Mato Grosso tem mostrado grande variação, estando entre 4 a 28 m³/ha/ano. A variação da produtividade muitas vezes está relacionada à seleção de sítios impróprios para o desenvolvimento, diferenças nas práticas de manejo e seleção de material, pois a seleção de genótipos superiores pode aumentar consideravelmente a produtividade.

Estudos sólidos de quantificação de biomassa e carbono por componentes são limitados para a espécie, sendo por vezes utilizado da generalização de 50% para o teor de C na biomassa. Todavia, esse teor pode variar de acordo com a espécie e componente analisado. Considerada como madeira nobre, com preços muitas vezes superiores a espécies nativas, a Teca é geralmente utilizada para produção de móveis e revestimento de convés de veleiros e

iates, estando desta forma armazenando o C por mais tempo que espécies utilizadas para geração de energia, papel ou celulose.

Desta forma, é importante conhecer o verdadeiro potencial da espécie quanto a sua capacidade em estocar C, bem como suas exigências nutricionais para melhor desenvolvimento da espécie, pois geralmente os estudos são baseados em trabalhos realizados em áreas de ocorrência natural da espécie (Ásia), dificultando as comparações entre os estudos realizados no Brasil, pois existem diferenças edafoclimáticas entre as áreas.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo desta pesquisa foi quantificar o estoque de biomassa e carbono em distintos componentes em um povoamento jovem (27 meses) de *Tectona grandis* Lin. f (Teca) implantado em um sistema silvipastoril no município de Alta Floresta – MT, bem como, identificar os atributos químicos do solo relacionados com o desenvolvimento das plantas.

1.2.2 Objetivos específicos

Capítulo I:

- Quantificar o estoque de biomassa e carbono em povoamento de *Tectona grandis*, nos componentes: tronco com casca, galhos, folhas e raízes.
- Verificar a existência de diferenças nos teores de carbono entre os distintos componentes da árvore.
- Descrever correlações lineares para biomassa e carbono da Teca entre os componentes: tronco com casca, galhos, folhas e raízes com as variáveis dendrométricas DAP, Ht e a variável combinada DAP/Ht.

Capítulo II:

- Identificar e analisar as correlações lineares entre os atributos químicos do solo com variáveis que caracterizam o desenvolvimento e produção da *Tectona grandis*.

1.3 REFERENCIAL TEÓRICO

1.3.1 Teca (*Tectona grandis* Lin. F, 1781, [1782])

1.3.1.1 Origem e distribuição geográfica da espécie

O gênero *Tectona* é composto por quatro espécies: *T. grandis* L. f., *T. hamiltoniana* Wall, *T. philipinensis* e *T. abludens* (UGALDE ARIAS, 2013). Conhecida popularmente como Teca (FIGUEIREDO et al., 2005), a espécie *T. grandis* é a mais importante em termos de produção de madeira e programas de plantações (KAOSA-ARD, 1998). A Teca é uma espécie florestal pertencente à família Lamiaceae (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2013), originária das florestas tropicais de monção do sudeste da Ásia (Índia, Myanmar, Tailândia e Laos) (FAO, 2012). Adaptou-se em vários lugares como em Java (Indonésia) e ao longo dos trópicos: Ásia, África tropical (Costa do Marfim, Nigéria, Serra Leoa, Tanzânia e Togo), além da América Latina e do Caribe (Costa Rica, Colômbia, Equador, El Salvador, Panamá, Trinidad e Tobago e Venezuela). Foi introduzida em algumas ilhas da região do Pacífico (Nova Guiné, Fiji e Ilhas Salomão) e no norte da Austrália de forma experimental (PANDEY e BROWN, 2000).

A superfície de florestas naturais de Teca diminuiu 385.000 hectares em todo o mundo, ou seja, 1,3%, entre os anos de 1992 a 2010. Diminuições significativas foram registradas especialmente no Laos (68.500 ha), na Índia (até 2,1 milhões ha) e Myanmar (1,1 milhões ha). As diminuições foram decorrentes da exploração de florestas naturais da espécie. Na Tailândia, a proibição de exploração de florestas naturais em 1989 pode ter contribuído para a recuperação de florestas naturais de Teca, as quais aumentaram 2,9 milhões de hectares (FAO, 2012).

Conforme Nair e Souvannavong (2000), a partir do século XX os plantios da Teca tiveram um aumento considerável, tendo como principal objetivo compensar o esgotamento da espécie nas regiões naturais. A incorporação de plantios de Teca em vários países da África, do Caribe e da América Central aumentou a oferta, o que impulsionou o mercado de madeira mundial que respondeu positivamente à demanda crescente da madeira produzida nos países de origem.

Para FAO (2012), em 2010 a área de florestas naturais de Teca foi estimada em aproximadamente 29 milhões de ha, quase a metade em Myanmar, sendo o único país que

produz atualmente Teca de boa qualidade em suas florestas naturais. Na Índia, Laos e Tailândia é proibida a exploração de florestas naturais e exportação de madeira de Teca com o intuito de preservação das florestas naturais.

Krishnapillay (2000) destaca que características como a durabilidade e facilidade de trabalhabilidade da Teca levaram ao amplo cultivo da espécie pelos trópicos, fazendo com que a espécie se encontre hoje entre as cinco espécies florestais de madeira tropical com maiores superfícies de plantações em todo o mundo.

No Brasil, a espécie foi introduzida no município de Cáceres - MT, no início da década de 70, sendo atualmente o estado com maior área plantada da espécie (FIGUEIREDO et al., 2005). Na região do município de Cáceres, as condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da espécie e tratos culturais adequados contribuíram com a redução do ciclo de produção de aproximadamente 80 anos, em regiões de origem, para 25 anos (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003).

1.3.1.2 Características morfológicas da espécie

Com hábito pioneiro, seu crescimento inicial é rápido (PANDEY e BROWN, 2000). Aos 25 anos de idade a Teca pode atingir altura superior a 35 m e DAP com casca maior que 100 cm (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003). De acordo com Figueiredo et al. (2005), em indivíduos adultos as folhas abrangem de 30 a 40 cm de comprimento por 25 cm de largura, porém, em fase jovem (até três anos de idade), podem atingir o dobro dessas dimensões (Figura 1).

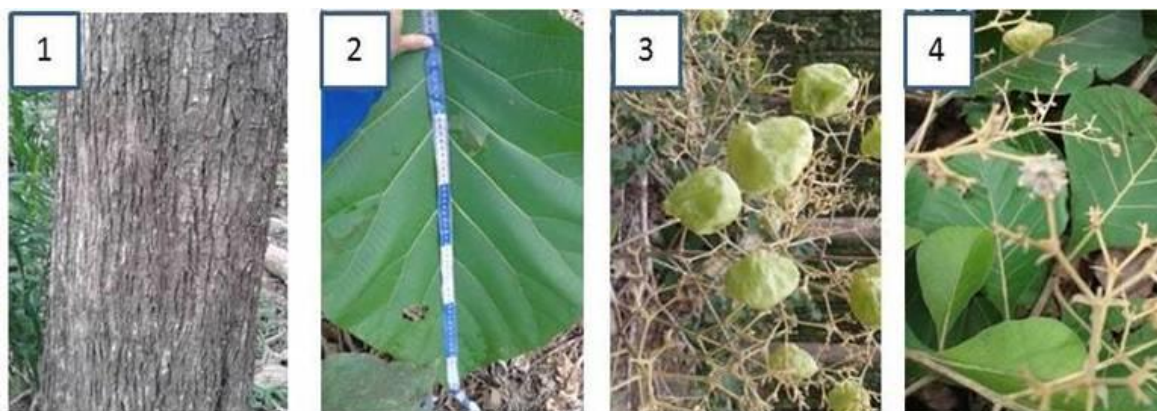


Figura 1. Tronco (1), folhas (2), frutos (3) e flores (4) de *Tectona grandis* aos 16 anos de idade no município de Alta Floresta – MT. Fonte: A autora.

Na Amazônia Ocidental, as flores surgem entre os meses de junho a setembro. Os frutos amadurecem entre três e 22 meses após sua formação. Ao término do ciclo, os frutos

maduros caem gradualmente (na próxima estação seca) (FIGUEIREDO et al., 2005). Os frutos são tipo drupas, cilíndricos e de cor marrom, com aproximadamente 1 cm de diâmetro (ANGELI, 2003). De acordo com González (2004), a produção de sementes férteis ocorre entre 15 a 20 anos de idade, podendo haver florescimento precoce entre 5 a 8 anos de idade (PANDEY e BROWN, 2000).

De acordo com Bebarta (1999), o sistema radicular da Teca consiste em raízes laterais longas e consistentes que penetram no subsolo, dando assim, sustentação a árvore e raízes finas nas camadas superiores às quais absorvem nutrientes e água.

As raízes finas se encontram em pouca profundidade (primeiros 30 cm), onde se encontram de 65% a 80% do total de raízes (FONSECA, 2004). Ugalde Arias (2013), ao realizar experimentos com Teca em sistema silvipastoril no estado de Mato Grosso, observou que entre raízes de árvores seminais e clonais, avaliados aos oito meses e em 3,5 anos de idade, os clones apresentaram um sistema radicular superior, tanto em profundidade, quanto em comprimento, espessura e número de raízes. O autor supracitado também notou a ausência da raiz pivotante, porém, detectou diversas raízes espessas se estendendo até 3 m de distância e um grande número de raízes menores, além de várias raízes finas estendidas até 1,5 m de distância nas árvores de 3,5 anos.

Segundo Cardoso (1991), na Tailândia, em áreas férteis, solos profundos e com a umidade adequada, a Teca alcança aproximadamente 68 cm de DAP aos 60 anos, todavia, em sítios de qualidade inferior leva quase 150 anos para crescer na mesma proporção. Já em condições desfavoráveis as árvores atingem esse DAP somente entre 250 e 300 anos. Nas melhores terras em Mianmar e Índia, plantações com 50 anos possuem alturas de 30 m e DAP de 60 cm (KRISHNAPILLAY, 2000). No Brasil, a Teca tem sido manejada em ciclos de corte de 25 anos, enquanto nos demais países de cultivo, esse ciclo varia de 60 a 80 anos (ANGELI, 2003).

Sua madeira é muito resistente ao fogo, pode ser enterrada, exposta ao tempo ou água do mar sem sofrer danos, apresenta também resistência a pragas e doenças (COSTA et al., 2007). A durabilidade do cerne se dá devido a uma substância que age como um preservativo natural presente nas células de madeira, a “tectoquinona” (ANDRADE, 2010).

A Teca apresenta alborno de coloração amarelada a esbranquiçada, geralmente fino, o cerne é castanho-amarelado com anéis de crescimento nítidos e diferenciado nos cortes transversais. Suas folhas são opostas, elípticas, coriáceas e ásperas, dotadas de pecíolos curtos

ou ausentes, ápice e base são agudos. O lenho é moderadamente duro e oleoso ao contato (COSTA et al., 2007).

A madeira seca rapidamente ao céu aberto, não necessitando muita exposição ao sol. A densidade básica da madeira seca é considerada dura e pesada, variando entre os valores de 0,55 a 0,68 g/cm³. Um fator que diminui a durabilidade da madeira e seu valor econômico é quando há uma taxa de crescimento acelerada, principalmente na etapa inicial do desenvolvimento, estudos indicam que a durabilidade de madeira diminui quando apresenta anéis de crescimento largos e quando a madeira é oriunda de plantios jovens (FIGUEIREDO et al., 2005).

1.3.1.3 Principais usos da madeira e importância econômica

Figueiredo et al. (2005) destacam algumas características que fazem da Teca uma espécie muito utilizada: resistência à ação do sol, calor, frio, água da chuva e do mar, além de ser facilmente trabalhada, tendo suas propriedades físico-mecânicas caracterizadas pela facilidade no processo de secagem e estabilidade dimensional. Sua alta durabilidade, excelentes fibras e cor suave fizeram da Teca uma das madeiras mais famosas existentes no mundo (PANDEY e BROWN, 2000). Já as propriedades físico-mecânicas caracterizam-na pela facilidade de secagem e estabilidade dimensional, possibilitando estabelecer a Teca como um padrão para avaliação das madeiras de todas as outras espécies de folhosas (CARDOSO, 1991).

A madeira da Teca, tradicionalmente, tem sido empregada em construção naval, revestimento de convés de veleiros e iates, produção de moveis finos, móveis para jardim e piscina, esquadrias, pisos, construção civil, madeiramento para telhado, postes, moirões e em construções rurais (COSTA e RESENDE, 2001). Em áreas nativas ou reflorestadas, toda a madeira produzida é utilizada, incluindo toras com pequenos diâmetros, oriunda de desbastes. A madeira mais fina é utilizada em edificações de construções rústicas, como vigamento, esteio ou madeiramento de telhado, já os painéis são utilizados para fabricação de móveis, portas, decoração interna, como também na produção de diversos utensílios (ANGELI, 2003).

De acordo com Ângelo et al. (2009) investir em plantios de Teca é lucrativo no estado de Mato Grosso. No município de Alta Floresta, por meio de um estudo sobre a valorização econômica, maturidade financeira e o preço mínimo da madeira em pé, os autores constaram

que o valor da floresta variou de US\$ 4.973,09 a US\$ 14.059,45 por hectare na idade de 25 anos, variando de acordo com as taxas de remuneração do capital desejada pelo investidor.

Os preços da madeira negociados nas Américas são 30% menores que aqueles negociados com a madeira asiática e cerca de 10% menores que aqueles praticados com a Teca da África. Ainda assim, os preços que vêm sendo praticados na comercialização é um dos principais estímulos para o agronegócio (VIEIRA, 2007). No Brasil, o FOB (*freeonboard*) do metro cúbico da madeira da Teca está entre US\$ 400 a US\$ 3000, o mesmo varia de acordo com a qualidade da madeira (presença ou ausência de nós) e tamanho (bitola) das toras (ANGELI, 2003).

1.3.1.4 Aspectos silviculturais e produção da espécie

Segundo Caldeira e Castro (2012), a Teca é uma espécie de longa rotação exigindo a aplicação de desbastes com objetivo de diminuir a densidade do povoamento florestal, adequando-o a otimização espacial das copas e raízes à medida que as árvores remanescentes se desenvolvem. A realização do desbaste disponibiliza fatores como luz, temperatura, água, nutrientes e CO₂, os quais influenciam no crescimento das árvores. A realização do primeiro desbaste depende da qualidade do sítio de implantação e do povoamento florestal, podendo ser efetuado dos três aos seis anos de idade, quando as árvores alcançarem uma altura em média de oito metros (CHAVES e FONSECA, 1991).

A Teca apresenta uma leve desrama natural, porém, o amplo espaçamento exigido para seu rápido crescimento estimula o surgimento de ramos vigorosos e persistentes. Tendo em vista seu uso como madeira serrada, sem nós, a poda artificial é indispensável não devendo ultrapassar um terço da altura da árvore (FIGUEIREDO et al., 2005).

A frequência das desramas dependerá do material genético selecionado, densidade do plantio e da estratégia de manejo, eventuais infestações de pragas e doenças e das condições climáticas. A primeira desrama artificial ocorre no início do segundo ano, a partir do terceiro ano a operação da desrama deverá ser repetida em pelo menos cinco vezes, com intervalos de dois a três anos (FIGUEIREDO et al., 2005). Segundo Vieira et al. (2010), a desrama artificial influencia o crescimento das árvores, sendo o diâmetro mais afetado que a altura.

De acordo com Krishnapillay (2000), plantios de Teca podem chegar a ter taxas de crescimentos entre 10 e 20 m³/ha/ano. Segundo Vieira (2007), plantios localizados no estado

de Mato Grosso, com ciclos de 25 anos, apresentam incremento anual entre 10 e 15 m³/ha/ano.

Shimizu et al. (2007) destacam que povoamentos no estado de Mato Grosso expressam produtividade variável em decorrência da grande diversidade de condições físicas e nutricionais do solo, juntamente com os diferentes tratamentos silviculturais aplicados aos plantios. O IMA (Incremento médio anual) varia em média de 4,26 m³/ha/ano (município de Pontes e Lacerdas) e 28,43 m³/ha/ano (município de São José dos Quatro Marcos). Os autores supracitados enfatizam que os maiores incrementos se localizam em regiões com altitude até 354 m e em solos dos tipos Argissolos ou Latossolos podendo ser Vermelho ou Vermelho Amarelo.

1.3.1.5 Fatores limitantes para o desenvolvimento da Teca

Geralmente o produtor rural escolhe áreas não agricultáveis para a implantação de plantios florestais. Essa prática é aceitável ao nível que o objetivo do plantio tenha somente a função de proteção ambiental. Plantios florestais com objetivo de produção comercial devem ser implantados em solos que apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento da espécie plantada e a finalidade a que se destinam os produtos florestais (BELLOTE e NEVES, 2001).

Os autores supracitados ainda destacam que o solo escolhido deve, preferencialmente, ser arejado, com pH maior que cinco, pois é uma faixa que apresenta boa disponibilidade de nutrientes, ser permeável, fornecer adequadamente às plantas nutrientes minerais e água durante o seu ciclo.

Para Kaosa-Ard (1998), o pH preferível para bom desenvolvimento da Teca é entre 6,5 a 7,5. No entanto, Ombina (2008), em povoamentos de Teca na Índia e Mianmar considerou que o intervalo de 6,0 a 8,0 de pH foi o mais adequado. Já González (2010) não indica o cultivo de Teca em sítios que apresentem pH inferior a 5,5, pois há redução da disponibilidade de elementos e conseqüentemente limitação ao crescimento da espécie. De acordo com Figueiredo et al. (2005), no Brasil, o pH ótimo do solo para a Teca é entre 6,5 a 7,5.

O incremento da Teca é culminante em clima tropical quente úmido, com precipitações entre 2.500 mm e 2.800 mm. As temperaturas ideais para um bom desenvolvimento giram em torno de 38 °C (média mensal máxima) e 13 °C (média mensal

mínima). Para produzir madeira de boa qualidade a Teca precisa de um período seco de três a cinco meses por ano (KRISHNAPILLAY, 2000). A estação biologicamente seca deve apresentar disponibilidade hídrica menor que 50 mm/mês, por ser uma espécie caducifólia, não suporta sombreamento em nenhuma fase de desenvolvimento (FIGUEIREDO et al., 2005).

Na Costa Rica, a espécie mostrou maior crescimento em locais com altitudes inferiores a 500 m, com uma estação seca de quatro a seis meses, entre 23 e 27 °C de temperatura e precipitação de 1300 a 2500 mm/ano (FONSECA, 2004). É exigente quanto à fertilidade, preferindo solos profundos (mais de 1,5 m), sendo que os que apresentam textura média são os mais recomendados (LOCATELLI et al., 2006).

Os piores locais para o plantio de Teca são os que possuem solo com menos de 80 cm de profundidade, onde as plantas podem ser afetadas na presença de ventos fortes (VÁSGUEZ e UGALDE, 1995). Deste modo, Bebartá (1999) relata que o desenvolvimento das raízes da Teca é restringido pela pouca profundidade do solo ou com a presença de saturação de água mesmo em solos férteis. Solos mal aerados fazem com que a Teca não absorva os nutrientes normalmente, mesmo sendo solos com fertilidade suficiente para um bom desenvolvimento da espécie (KRISHNAPILLAY, 2000).

A espécie é sensível à acidez no solo perante a forma de elevadas concentrações de alumínio trocável (PELISSARI et al., 2012), o que pode causar deformidades da divisão celular, restrição da respiração das raízes, interferência na absorção e transporte de nutrientes (OMBINA, 2008).

Em estudos no estado de Mato Grosso, Pelissari et al. (2012) confirmaram maior crescimento da Teca em áreas de maiores níveis de pH, K, Ca e Mg. Segundo Alvarado (2006), a Teca pode absorver do solo quantidades significativas de nutrientes, sendo as exigências nutricionais na seguinte ordem: $K > Ca > N > Mg$, as quais aumentam com a idade.

1.3.2 Sistema silvipastoril

Os sistemas silvipastoril (SSP) são caracterizados pela integração de árvores ou arbustos com plantas forrageiras herbáceas e animais (COSTA et al., 2002). Essa integração de árvores e animais na mesma área e ao mesmo tempo tem por objetivo aumentar a produção por unidade de área e por muitas vezes evitar a degradação.

Segundo Oliveira et al. (2003), a escolha da espécie a ser implantada no sistema SSP é fundamental para o sucesso do mesmo, sendo os objetivos do produtor de suma importância

para a tomada de decisões. Espécies que proporcionam múltiplos usos devem ser escolhidas sempre que possível, pois produzem outros produtos além da madeira, sombreamento, proteção do solo e fixação de nitrogênio, (como frutíferas por exemplo).

No sistema Silvipastoril, a presença dos animais além de produzir carne e leite, acelera o processo de ciclagem de nutrientes com o retorno de parte da biomassa consumida por meio das fezes e urina, que em quantidade adequada reduz a ocorrência de plantas invasoras, porém, com alta lotação pode aumentar a compactação do solo (DUTRA et al., 2007).

Indivíduos arbóreos podem melhorar a fertilidade do solo, com raízes mais profundas do que o capim, conseguem ter acesso à água e nutrientes em camadas subsuperficiais do solo. Com a queda de suas folhas, frutos e galhos, parte desses nutrientes são depositados sobre o solo, aumentando assim a sua fertilidade (OLIVEIRA et al., 2003).

Segundo Baggio e Carpanezzi (1988), as árvores conferem proteção ao solo e aos animais, suas copas amenizam o impacto causado por fortes chuvas, além de reduzir o carregamento de solo causado pelo escoamento superficial, aumentando a infiltração e, conseqüentemente, a umidade no solo.

Segundo Dutra et al. (2007), o tipo de animal utilizado no SSP não deve prejudicar o componente arbóreo. Ovinos e bovinos mais jovens são recomendados por possuir menor porte e hábito alimentar com seletividade, os bovinos leiteiros são indicados pela docilidade, enquanto que cabras e búfalos podem causar danos aos caules e raízes das árvores.

O emprego da Teca em sistema silvipastoril ainda não é muito comum no Brasil, sendo que um dos primeiros plantios, segundo Ugalde Arias (2013), foi no município de Alta Floresta - MT, por uma empresa florestal, com clone das Ilhas Salomão reproduzido no Brasil. Segundo o autor supracitado, a empresa, em 2012, apresentava plantios (clonais) que contabilizavam mais de 300 ha em SSP com braquiária e gado de corte e idades que variavam de dois a cinco anos de idades.

Segundo Ugalde Arias (2013), experimentos com Teca clonal em SSP no município de Alta Floresta – MT com espaçamento de 20 m entre linhas e 2,5 m entre plantas após 15 meses de idade apresentaram crescimento de DAP superior a árvores proveniente a sementes (6 – 7 m altura e 8 – 9 cm DAP), isso representa um excedente, na mesma idade, de um volume por árvore de 11% em relação a árvores seminais, sendo as árvores clonais mais vigorosas e uniformes. Mesmo que o percentual mostre que há uma escala comercial para a Teca em sistema silvipastoril o autor destaca que se devem ter alguns cuidados, como:

- a) Identificar o clone, ou clones, que melhor se adaptem as diferentes condições de solo;
- b) Determinar o espaçamento mais adequado entre as linhas e as árvores de Teca dentro do plantio para produção de madeira serrada;
- c) Determinar a capacidade de suporte de animais, que permitem bom desenvolvimento da pastagem e das árvores;
- d) Determinar a rotação e corte final ideal para a melhor produção de madeira comercial.

1.3.3 Biomassa e teor de carbono em plantios florestais

O acréscimo da concentração de gases na atmosfera tem gerado preocupação mundial, principalmente os gases que possuem capacidade de absorver parcialmente a radiação que é emitida pela Terra. Entre esses gases está o dióxido de carbono (CO₂), o qual teve um aumento na sua concentração desde a revolução industrial. Este aumento tem sido um dos principais indicadores do efeito estufa (aquecimento da terra), por meio do qual podem ocorrer mudanças climáticas com potencial de desastre nas próximas décadas, alterando a qualidade de vida no planeta (ALMEIDA et al., 2010).

Entre as possíveis consequências do aumento do efeito estufa está o acréscimo de temperatura média global, a qual poderá levar a modificações na precipitação, umidade e fertilidade do solo e, conseqüentemente, no desenvolvimento e crescimento das florestas (NUTTO et al., 2002). Para Vieira et al. (2009), uma maneira de reverter essa situação é a fixação de carbono pelas florestas.

As florestas atuam como reservatórios, absorvendo o carbono pelo processo fotossintético, armazenando-o na biomassa (AREVALO et al., 2002). O carbono pode ficar retido tanto na biomassa aérea, como na radicular, ou ser liberado novamente para atmosfera se o material for queimado (SCARPINELLA, 2002). De acordo com Sanquetta e Balbinot (2002), o termo biomassa refere-se a massa de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal, sendo a biomassa florestal toda massa vegetal existente na floresta ou apenas referindo-se à fração arbórea de mesma.

As florestas clímax (em equilíbrio) possuem balanço de entrada e saída de C de sua biomassa praticamente nulo, ou seja, a quantidade de C sequestrada durante o processo de fotossíntese é praticamente a mesma liberada durante a respiração. Florestas em crescimento apresentam maior absorção de dióxido de carbono do que florestas que já atingiram a

maturidade. A idade de maturação de uma floresta depende da formação vegetal (homogênea ou mista) e as espécies envolvidas (crescimento rápido ou lento) (SCARPINELLA, 2002).

A biomassa florestal pode ser estudada para várias finalidades, entre elas a ciclagem de nutrientes, fins energéticos e na avaliação do crescimento das florestas, entre outros fatores (SANQUETTA et al., 2014).

Watzlawick et al. (2011) ao estudarem o teor médio de C em várias espécies da Floresta Ombrófila Mista, encontraram menor média de teor de C no tronco para a *Schinus terebinthifolius* (39,59%) e maior media para *Drimys cf. angustifolia* (44,12%). Enquanto que, para os componentes folhas e galhos as menores médias foram encontradas em *Sebastiania commersoniana* (36,23%) e *Ocotea porosa* (37,27%), respectivamente. Já, as maiores medias para as folhas e galhos foram encontradas, respectivamente, na *Prunus brasiliensis* (47,33%) e *Sloanea lasiocomma* (43,68%).

Deste modo, a generalização entre de que o teor de C fixado na biomassa vegetal é de 50% leva a uma inacessibilidade sobre o tema fixação de carbono. Para Watzlawick et al. (2004), o valor de 50% de C na biomassa, não representa a realidade dos teores de carbono nas árvores, sendo necessário considerar também as variações entre espécies e compartimentos da planta. Sendo assim, existe grande demanda por informações sólidas dos teores de carbono entre diferentes espécies e partes das árvores.

1.4 MATERIAL E MÉTODO

1.4.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado em uma área de sistema silvipastoril (integração pecuária e floresta) composta por 118 ha, pertencente a empresa florestal BACAERI FLORESTAL, localizada no município de Alta Floresta no estado de Mato Grosso, nas coordenadas 9°59' 6,82" S e 56°55'6,30" W, com altitude média de 222 m.

O clima da região é classificado, segundo Koppen, como Aw1, apresentando estação seca bem definida com temperaturas média anual de 24 °C e precipitação pluviométrica entre 2.500 a 2.750 mm, sendo os meses de janeiro, fevereiro e março os que apresentam maior pluviosidade (FERREIRA, 2001). Os tipos de solos predominantes no município de Alta Floresta são os Argilossolos Vermelho Amarelo Distrófico, ocorrendo, como subdominante os Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo (IBGE, 2006).

1.4.1.1 Características do sistema silvipastoril

A área de estudo trata-se de uma pastagem composta por *Brachiaria brizanta* cv. Marandú destinada a pecuária de corte por aproximadamente 15 anos. Em 2012 foram implantadas na área mudas de *Tectona grandis* Lin. F (Teca) de origem clonal (Clone A3 de procedência das Ilhas Salomão), formando assim o consórcio de árvores, pastagens e animais. Os bovinos foram retirados na área no momento da implantação do povoamento e introduzidos novamente quando as mudas de Teca estavam com oito meses de idade.

Para o plantio das mudas de Teca, foram demarcadas linhas em nível com espaçamento de 20 m entre linhas e três metros entre plantas. O preparo do solo foi realizado apenas na faixa da linha de plantio das mudas (6 m), com auxílio de grade aradora e subsolador florestal com haste de 70 cm, sendo posteriormente realizada calagem com a aplicação de calcário dolomítico (PRNT 90%) na dose de 1.700 kg/ha na faixa, incorporado na camada de 0-20 cm com auxílio de grade aradora. No plantio, foi aplicado 180 g/planta de P₂O₅ utilizando como fonte o super fosfato simples. Para o controle de plantas invasoras foram utilizados os herbicidas haloxifope-r éster metílico, glyphosate e coroamento manual com enxada.

Na Tabela 1 apresentam-se as características químicas do solo da área de estudo antes da implantação da Teca.

Tabela 1. Teores médios para os atributos químicos do solo da área de estudo antes da implantação do povoamento de Teca.

pH	Ca	Mg	Al	Al+H	K	P	MO
Água	cmolc.dm ³				mg.dm ³		
Profundidade 0-20 cm							
5,5	1,6	0,53	0,07	2,95	46,3	0,9	15,8
Profundidade 20-40 cm							
5,6	1,8	0,66	0,07	2,66	31,3	0,8	10,5

Os valores encontrados para o pH, Ca, Mg, Al, Al+H P encontrado na área de estudo antes da implantação do povoamento de Teca foram semelhantes entre as profundidades avaliadas (0-20 e 20-40 cm). Enquanto que o K variou entre 46,3 e 31,3 gm.dm³ sendo a profundidade de 0-20 cm a apresentar maior teor. A MO apresentou teores de 15,8 mg.dm³ e 10,5 mg.dm³ nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente.

1.4.2 Amostragem e coleta dos dados

1.4.2.1. Inventário florestal e seleção das unidades amostrais

Em 2015, entre os meses de janeiro e fevereiro (27 meses após o plantio das mudas de Teca), para caracterizar a área de estudo e posterior seleção das unidades amostrais, foi realizado um inventário florestal por meio de amostragem sistemática, o qual contou com alocação de 30 parcelas temporárias de 60 x 20 m (1.200 m²) com 20 árvores cada, totalizando em 600 indivíduos inventariados, com um erro de amostragem de 11%. Todos os indivíduos inventariados tiveram a circunferência a 1,30 m (CAP, cm) mensuradas com fita métrica para posterior cálculo e obtenção do DAP, além disso, tiveram a altura total (Ht, m) medida com o auxílio de uma régua de sete metros graduada de 20 em 20 cm.

Com base nos dados obtidos no inventário florestal, selecionou-se, aleatoriamente, 24 árvores para quantificação da biomassa nos componentes acima do solo (tronco com casca, folhas e galhos). Destas 24 árvores utilizadas na quantificação da biomassa acima do solo, seis foram selecionadas aleatoriamente para quantificação da biomassa radicular.

Para quantificação do teor de C (%) nos componentes acima do solo, foram selecionadas aleatoriamente 10 árvores do total das 24 árvores abatidas. Já a quantificação do teor de C (%) das raízes foi realizada nas seis árvores utilizada para quantificação da biomassa das mesmas. As árvores empregadas para quantificação do teor de C foram as mesmas a serem utilizadas para coleta do solo para realização de análise química e granulométrica.

Na Tabela 2 estão os teores médios encontrados para a areia, silte e argila para as profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm da área em estudo.

Tabela 2. Valores médios para área de estudo para a areia, silte e argila.

Profundidade cm	Areia	Silte	Argila
0-20	32,8	13,8	22,5
20-40	27,9	13,1	31
40-60	23,6	12,2	40,5

A profundidade de 0-20 cm apresentou maior porcentagem de areia, enquanto que, as profundidades de 20-40 e 40-60 cm apresentaram maior porcentagem de argila. De acordo com Ombina (2008), a Teca se desenvolve em uma grande variedade de solo, porém, solos com textura franco-arenosa e argilosa são os que ela melhor se desenvolve.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. M.; JÚNIOR, J. H. C.; FINGER, Z. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* L.F) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 559-568, 2010.

ALVARADO, A. **Nutricion y Fertilizacion de la Teca**. San José: Centro de Investigación Agronômica, p. 8, 2006.

ANDRADE, W. F. **Indução do rejuvenescimento de Teca (*Tectona grandis*) através de enxertia seriada e micropropagação**. 2010. 76f. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010.

ANGELI, A. **Identificação de espécies florestais: *Tectona grandis* (Teca)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp>> Acesso em: 24/jan/2016.

ÂNGELO, H.; MORAIS e SILVA, V.; SOUZA, A. N.; GATTO, A. C. Aspectos da produção de Teca no estado do Mato Grosso. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p.23-32, 2009.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, L. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. EMBRAPA: Embrapa Florestas, Colombo, p. 42, 2002.

BAGGIO, J; CARPANEZZI, O. B. Alguns Sistemas de arborização de pastagens. EMBRAPA: Embrapa Floresta, Colombo, n. 17, p. 47-60, 1988.

BEBARTA, K. C. **Teak: Ecology, Silviculture, Management and profitability**. Dehra Dum, India. International Book Distributors, p. 379, 1999.

BELLOTE, A. F. J; NEVES, E. J. M. Calagem e adubação em espécies florestais plantadas na propriedade rural. EMBRAPA- Embrapa Florestas, Colombo, n.5 4, p. 6, 2001.

CALDEIRA, S. F.; CASTRO, C, K C. Herbicidas e danos físicos em tocos de Teca para controle de brotos após o desbaste. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1826 –1832, 2012.

CARDOSO, N. S. **Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia e relações com a atividade cambial de árvores de Teca Verbenácea**. 1991. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) pela Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

CHAVES. E; FONSECA, W. Teca (*Tectona grandis* L.f.): espécie de árbol de uso múltiple em América Central. **CATIE**, Informe Técnico, Turrialba, Costa Rica, n. 179, p. 44, 1991.

COSTA, R. B.; ARRUDA, E. J.; OLIVEIRA, L. C. S. Sistemas agrossilvipastoris como alternativa sustentável para a agricultura familiar. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 3, n. 5, p. 25-32, 2002.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, V. S. M. Experimentação e seleção no melhoramento genético de Teca (*Tectona grandis* L.f.). **Floresta e Ambiente**, v.1 4, p.7 6-92, 2007.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. V. de. Melhoramento de espécies alternativas para o Centro Oeste- Teca. In: **WORKSHOP SOBRE MELHORAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS E PALMACEAS NO BRASIL**, [Anais] Colombo, PR: Embrapa Floresta, n.62, p.153-167, 2001.

DUTRA, S.; VEIGA, J. B.; MANESCHY, R. Estrutura de sistemas silvipastoril na região nordeste paraense. EMBRAPA - Embrapa Amazônia Oriental, Boletim de pesquisa e desenvolvimento Belém, n. 64, p. 25, 2007.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Teca: Los bosques naturales disminuyen, mientras que los plantados aumentan**. Roma, 2012.

FAMATO. Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso. **Diagnóstico de Florestas Plantadas do Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (Imea), 2013.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus Municípios**. Cuiabá: Secretaria de Estado da Educação, p.365, 2001.

FIGUEIREDO, E. O; OLIVEIRA, L. K; BARBOSA, L. K. F. Teca (*Tectona grandis* L.f.): principais perguntas do futuro empreendedor florestal. EMBRAPA – Embrapa Acre, Rio Branco, n. 97, p. 87, 2005.

FONSECA, G. W. **Manual para produtores de Teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica**. Heredia, Costa Rica, p.115, 2004.

GONZÁLEZ, S. A. S. **Relación del suelo conel crecimiento inicial y contenido foliar de Teca (*Tectona grandis*), y adaptación de leguminosas para control de arvenses bajo un sistema fertirriego en Campeche, México**. 2010. 90f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Ecológica) pelo Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, AGRARIAN ACADEMY, 2010.

GONZÁLEZ, W. F. **Manual para produtores de Teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica**. Heredia, Costa Rica, p.121, 2004.

IBA - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. – 2015. Disponível em:<
http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf> Acesso em: 28/jan/2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartogramas/relevo.html>>. Acesso em: 29/abr/2016.

KAOSA-ARD, A. Overview of problems in teak plantation establishment. **REGIONAL SEMINAR ON TEAK**. Bangkok: FAO, p. 49–59, 1998.

KRISHNAPILLAY, B. Silvicultura y ordenación de plantaciones de Teca. **Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales**, Roma, v. 51, n. 201, p. 14-21, 2000.

LOCATELLI, M. VIEIRA, A. H.; MACEDO, R. de S.; PEQUENO, P. L. de L. Caracterização de sintomas de deficiências em mudas de Teca (*Tectona grandis* L.f.). EMBRAPA - Embrapa Rondônia, Porto Velho, n. 90, p. 4, 2006.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. *Tectona grandis* L.f. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/33700544>> Acesso em: 01 dez. 2015.

NAIR, C. T. S.; SOUVANNAVONG. O. Nuevos temas de investigación en la ordenación de la Teca. **Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales**, Rome, v.51, n.201, p.45-54, 2000.

NUTTO, L.; WATZLAWICK, L. F.; GRAMMEL, R.; FENNER, P. T. O mercado internacional de CO₂: o impacto das florestas naturais e das plantações. **As florestas e o carbono**. Curitiba, p. 89-108, 2002.

OLIVEIRA, T. K.; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S de.; FRANKE, I. L. Sugestões para implantação de sistemas silvipastoril. AC, EMBRAPA - Embrapa Acre, Rio Branco, n. 84, p. 28, 2003.

OMBINA, C. A. **Soil characterization for teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations in Nzara District of South Sudan**. 2008. 153f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Université des Sciences et Techniques de Masuku, Gabão, 2008.

PANDEY, D.; BROWN, C. La teak: una visión global. **Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales**, Roma, v. 51, n. 201, p. 3-13, 2000.

PELISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; SANTOS, V. S. dos.; SANTOS, J. O. P. dos. Correlação espacial dos atributos químicos do solo com o desenvolvimento da Teca em Mato Grosso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 247-256, 2012.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, p. 119-140, 2002.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. (Ed.). **As Florestas e o carbono**. Curitiba, p. 77-92, 2002.

SANQUETTA, C. R.; BEHLING, A.; CORTE, A. P. D.; SIMON, A.; PSCHIEDT, H.; RUZA, M. S.; MOCHIUTTI, S. Estoques de biomassa e carbono em povoamentos de acácia negra em diferentes idades no Rio Grande do Sul., **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 361-370, 2014.

SCARPINELLA, G. D. A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Kyoto**. 2002. 182f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H; OLIVEIRA, J. R. V. **Diagnóstico das plantações florestais em Mato Grosso**. Cuiabá: Imea, 2007.

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

UGALDE ARIAS, L. A. In: **TEAK: New trends in silviculture, commercialization and wood utilization**. Cartago, Costa Rica: International Forestry and Agroforest, 2013.

VÁSQUEZ, W. C.; UGALDE, L. A. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribea* em Guanacaste. **Catie**, Turrialba, Costa, n. 256, p. 40, 1995.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R.; LOCATELLI, M.; GAMA, M. de M. Influência da desrama artificial sobre o crescimento da Teca (*Tectona grandis* L.f.) no Estado de Rondônia. EMBRAPA - Embrapa Rondônia, Porto Velho, n. 114, p. 15, 2010.

VIEIRA, A. H. Sistemas de produção de Teca para o Estado de Rondônia. EMBRAPA - Embrapa Rondônia, Porto Velho, p. 25, 2007.

VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; KLÜPPEL, M. L. W.; BARBEIRO, L. S. S. Teores de carbono em espécies vegetais da Caatinga e do Cerrado. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, v. 7, p. 145-155, 2009.

WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; SANQUETTA, C. R.; CALDEIRA, M. V. W. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B. (Ed.) **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba, p. 95-109, 2004.

2 BIOMASSA E CARBONO EM PLANTIO JOVEM DE *Tectona grandis* Lin.f

RESUMO

Sueza Basso. Biomassa e estoque de carbono em um povoamento jovem de *Tectona grandis* Lin.f.

Com origem do sudeste asiático, a *Tectona grandis* tem se adaptado as características edafoclimáticas do Brasil, reduzindo seu ciclo de corte em aproximadamente 55 anos. O déficit de informação quanto ao verdadeiro teor de C presente na biomassa de distintos componentes da planta leva a uma generalização de 50%, dificultando o conhecimento da verdadeira capacidade de estoque de C da espécie. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo quantificar a biomassa e estoque de carbono em distintos componentes da Teca. Os dados provem de um povoamento de Teca com 27 meses de idade implantado em sistema silvipastoril de propriedade da empresa BACAERI FLORESTAL com sede no município de Alta Floresta - MT. Após realização do inventário, foram selecionadas 24 árvores aleatoriamente, para quantificação da biomassa em distintos componentes no compartimento acima do solo. Destas 24 árvores, seis foram selecionadas para quantificação de biomassa radicular. Para determinação do teor de C nos distintos componentes foram selecionadas aleatoriamente 10 árvores do total das 24. O estoque de biomassa e C foram distintos entre os componentes, sendo o tronco c/c a apresentar maior estoque e os galhos o menor estoque. Houve diferença entre os teores de C dos componentes, sendo mais elevado no tronco c/c e raízes menos elevado nos galhos. O DAP e a Ht apresentaram os maiores coeficientes de correlação com o estoque de biomassa e C do tronco, já a DAP/Ht com as raízes. O DAP, Ht e DAP/Ht tiveram correlações baixas com a biomassa dos galhos e folhas.

Palavra-chave: Teca, produção, fixação de carbono, silvipastoril.

ABSTRACT

Sueza Basso: Biomass and carbon stock in *Tectona grandis* Lin. f. young population.

With its origins in south east Asia, the *Tectona grandis* has adapted well to the edaphoclimatic characteristics of Mato Grosso state. The information deficit about the real C content present in the biomass of distinct components of the tree leads to a 50% generalization, making it hard to know the real capacity of C stock of the species. The objective of this work is to quantify the biomass and C stock in distinct components of Teak tree. The data utilized was collected in a Teak plantation at age 27 months, implanted in a silvipastoral system at a property from BACAERI FLORESTAL in Alta Floresta city, State of Mato Grosso. After the forestry inventory 24 trees were randomly selected for biomass quantification in different sections of the plant. From the 24, 6 were chosen for root's biomass quantification and 10 were chosen for quantification of C in the different sections. Biomass stock and C presence were distinct in between the components, the boles showed a higher presence and the braches lower presence. DBH and height showed higher correlation with biomass and C stock of the bole, and DBH/height with the roots. DBH, height and DBH/height showed lower correlation with branches and leaves.

Keywords: Teak, production, carbon fixation, silvipastoral.

2.1 INTRODUÇÃO

O aquecimento global está associado aos altos níveis de dióxido de carbono (CO₂) lançados na atmosfera por atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, mudança no uso da terra relacionado ao desmatamento, atividades agropecuárias, queimadas entre outros.

Por meio do processo de fotossíntese as plantas fixam o carbono em sua biomassa e liberam oxigênio para a atmosfera. As florestas possuem grande potencialidade para a remoção de CO₂ da atmosfera, pois seu ciclo de vida longo acumula carbono em sua biomassa em seus diversos compartimentos (tronco, galhos, folhas e raízes). Quando jovens, as florestas crescem de modo acelerado, sequestrando assim maiores quantidades de carbono quando comparado com florestas clímax, enquanto que as florestas já estabelecidas agem como um reservatório, estocando carbono.

O porte, longevidade e a capacidade de crescerem em maciços florestais são alguns fatores que fazem com que os indivíduos arbóreos se destaquem dos demais seres vivos pela sua capacidade de armazenar carbono. Deste modo, reflorestamentos são eficientes para capturar o gás carbônico da atmosfera (CALDEIRA et al., 2003).

O carbono é o elemento químico mais abundante encontrado na atmosfera terrestre e está presente em todos os seres vivos. Uma árvore é composta por 25% de carbono, os outros 75% estão assim distribuídos: 50% água e 25% por quantidades diferentes de elementos químicos, incluindo o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e outros microelementos. Contudo, quando se remove a água presente em uma árvore, na biomassa seca a porcentagem do carbono aumenta para aproximadamente 50%. Sendo assim, o carbono constitui aproximadamente a metade do total de matéria seca de uma árvore (WALKER et al., 2011).

De acordo como Walker et al. (2011), o termo biomassa refere-se ao peso ou massa do tecido vegetal, que normalmente é expressa em unidades de toneladas métricas. Pode ser separada em compartimentos de biomassa acima do solo (folhas, galhos e troncos) e abaixo do solo (raízes). Ainda de acordo com os mesmos autores, é mais usual estimar a biomassa (viva/seca) acima do solo, ou seja, estimar o peso de um tecido vegetal vivo acima do solo após remoção de toda água presente em seus compartimentos, pois em geral, uma árvore é composta por aproximadamente 50% de água ou ½ do peso (biomassa viva). Já para

Sanquetta (2002), biomassa quer dizer massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal.

A quantificação da biomassa é um processo de grande relevância para o manejo de ecossistemas florestais, pois por meio da biomassa pode-se avaliar a produtividade de uma área, bem como a conversão de energia de um povoamento florestal, ciclagem de nutrientes e informações sobre a sua exploração.

Segundo Watzlawick (2003), a estimativa da biomassa florestal pode ser realizada por meio de métodos diretos e indiretos, sendo que, pelo método direto as árvores são cortadas e seus componentes pesados separadamente, já pelo método indireto são utilizadas equações alométricas, imagens de satélite ou fatores de conversão.

Os métodos diretos de amostragem para biomassa podem ser divididos em: a) Método da árvore individual, no qual são escolhidas as árvores a serem amostradas, podendo elas ser a árvore média (com diâmetro, altura ou área basal média), ou árvores que representem todas as classes diamétricas existentes na floresta. Este método é indicado para povoamentos monoespecíficos; e b) método da parcela, que se fundamenta em quantificar a biomassa total da floresta por meio do corte e pesagem de toras de todas as frações envolvidas em uma área fixa definida (SANQUETTA e BALBINOT, 2004).

O Carbono é fixado pelas florestas durante a produção de biomassa por meio da atividade fotossintética, conseqüentemente este processo contribui com a redução do efeito estufa, ou seja, diminui a quantidade de carbono na atmosfera. Conhecer o teor de carbono na biomassa florestal em diferentes compartimentos, graus de desenvolvimentos e manejo fornecem informações importantes para conhecimento do verdadeiro potencial da floresta quanto à absorção e estoque de carbono, pois se utilizar da generalização que 50% da biomassa é carbono, muitas vezes pode sub ou superestimar o verdadeiro valor, pois há variação do teor de carbono entre compartimentos e entre espécies e até mesmo idade.

A demanda por informações científicas coerentes entre os diferentes teores de carbono nas distintas partes das árvores tem sido crescente no mercado de sequestro de carbono, sendo assim, objetivou-se com este estudo quantificar a biomassa e teor de carbono em um plantio jovem de *Tectona grandis* Lin.f (Teca) em um sistema silvipastoril no município de Alta Floresta, Estado de Mato Grosso, Brasil.

2.2 MATERIAL E MÉTODO

2.2.1 Área de estudo e seleção das unidades amostrais

A descrição da área de estudo, bem como a seleção das unidades amostrais estão descritas nos tópicos 1.4.1; 1.4.1.1 e 1.4.2.1.

2.2.1.1 Determinação da biomassa acima e abaixo do solo

A determinação da biomassa acima e abaixo do solo foi realizada pelo método direto. Após o abate das árvores, os componentes acima do solo foram segmentados em madeira do tronco com casca, galhos e folhas (Figura 2). Posteriormente, os componentes foram pesados separadamente em campo para obtenção da biomassa fresca com o auxílio de uma balança com capacidade de 500 kg. Em seguida foram amostrados em subamostras para obtenção da biomassa seca em estufa.



Figura 2. Corte do fuste com casca (1), componente galhos (2) e folhas (3) de *Tectona grandis* aos 27 de idade em um SSP no Município de Alta Floresta, MT. Fonte: A autora

A amostragem do tronco (madeira do tronco + casca) foi realizada de acordo com Watzlawick (2003), por razão de proporcionalidade. Na amostragem dos galhos, quando os mesmos eram poucos, pesaram-se todos, entretanto, quando eram numerosos, foram retiradas amostras em todos os diâmetros e a todas as alturas da copa (ponta, meio e base). Para as folhas foram retiradas amostras na ponta, meio e base da copa.

As raízes foram arrancadas com o auxílio de um trator por meio de arraste, com o cuidado para arrancar as árvores sem que o sistema radicular fosse prejudicado, de modo que todas as raízes retiradas tivessem diâmetro superior a um cm. Foi retirada a terra aderida ao

sistema radicular, seguido da pesagem para obtenção da biomassa fresca. Para amostragem das raízes foram retiradas porções de maneira que todas as espessuras fossem amostradas (Figura 3).



Figura 3. Retirada das raízes em plantio de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade em SSP no município de Alta Floresta, MT.

Todas as amostras dos componentes acima e abaixo do solo foram pesadas no campo em balança de precisão de 0,1 g, sendo posteriormente acondicionadas em sacos de papel, identificadas e enviadas ao laboratório de Engenharia Florestal da UNEMAT – Universidade Estadual do Mato Grosso, campus de Alta Floresta para obtenção do peso seco.

2.2.1.1 Determinação do peso seco e carbono orgânico

No laboratório de Engenharia Florestal da UNEMAT (campus de Alta Floresta) as amostras de todos os componentes foram secas em estufa de circulação de ar em uma temperatura constante de 65 C° até atingirem peso constante. Após estabilização do peso, as amostras tiveram seu peso seco anotado. Em seguidas, selecionou-se as amostras para quantificação do teor de carbono, estas foram moídas em um moinho, embaladas e organizadas para análise química do teor de carbono orgânico.

As amostras selecionadas para quantificação do teor de C foram encaminhadas ao laboratório do Centro de Excelência em pesquisas sobre Fixação de Carbono na Biomassa (BIOFIX) da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR, onde foram submetidas a análise de carbono total, utilizando-se o método de combustão completa da amostra.

Com os dados provenientes da biomassa verde total e dos compartimentos das árvores abatidas e pesadas em campo juntamente com o peso das amostras secas em laboratório, a

biomassa seca das árvores foi determinada por meio do método da proporcionalidade utilizado por Soares e Oliveira (2002).

$$MS (c) = Mu (c) * Ms (a) / Mu (a)$$

Sendo:

MS (c) = massa de matéria seca total no campo, em kg;

Mu (c) = massa de matéria úmida total no campo, em kg.

Ms (a) = massa de matéria seca das amostras, em kg;

Mu (a) = massa de matéria úmida das amostras, em kg; e

Após os cálculos da biomassa seca e com os teores de carbono orgânico, procederam-se os cálculos relativos ao estoque de carbono existente em cada componente, utilizando-se para tanto a equação:

$$Est C = MS (c) \times \frac{Tc}{100}$$

Sendo:

Est C = estoque de carbono (kg/arv);

MS (c) = biomassa seca da amostra (kg/arv);

Tc = teores médios de carbono (%).

2.2.3 Tratamentos estatísticos dos dados

Para a biomassa e o C orgânico procederam-se as análises estatísticas descritivas com o auxílio do programa Assistat 7.7 Beta. A Correlação Linear Simples (Pearson) para a biomassa, estoque de C, variáveis dendrométricas DAP, Ht e a variável combinada DAP/Ht foi realizada com o auxílio do Excel.

Para verificar a diferença entre os teores de C dos distintos componentes foi considerado como tratamento os componentes: tronco com casca, folhas, galhos e raízes, totalizando em quatro tratamentos com 10 repetições para os tratamentos tronco com casca, folhas e galhos e seis repetições para o tratamento raiz, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado.

Utilizou-se o teste de Bartlett para verificação da homogeneidade dos dados, em seguida, aplicou-se a análise das variâncias (ANOVA) onde o valor de F foi utilizado para determinar se havia diferença significativa entre as médias dos tratamentos, prosseguindo-se

com o teste de comparação de médias (Tukey) a fim de verificar qual média era estatisticamente diferente.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As árvores selecionadas para determinação da biomassa apresentaram DAP (diâmetro a 1,30 m) de 7,8 cm e altura total média de 5,7 m. A biomassa média para o tronco com casca, galhos, folhas e raízes foi de: 6,99 kg/árvore, 0,227 kg/árvore, 0,912 kg/árvore e 4,12 kg/árvore, respectivamente. Representando assim, uma biomassa total média de 14 kg/árvore (Tabela 3).

Tabela 3. Estatística descritiva da biomassa do tronco c/c galhos, folhas e raízes de um povoamento de *Tectona grandis* implantado em sistema silvipastoril aos 27 meses de idade.

Compartimento	Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Tronco c/c	Diâmetro (cm)	4,40	12,10	7,80	2,88
	Altura (m)	3,50	7,60	5,70	1,64
		2,04	17,43	6,99	4,74
Galhos		0,02	0,98	0,23	0,20
Folhas	Biomassa (kg)	0,11	2,43	0,91	0,61
Raiz		0,77	12,05	5,93	4,12
Total		2,93	32,88	14,06	

Em que: cm= centímetros. m= metros. kg/árv.= Quilograma por árvore.

A distribuição da biomassa encontrou-se na seguinte ordem decrescente: tronco com casca > raízes > folhas > galhos. Resultado distinto foi obtido por Pedrosa et al. (2013) para um povoamento de *Eucalyptus grandis* aos oito anos de idade. A diferença encontrada entre o trabalho de Pedrosa et al. (2013) e o presente estudo certamente está relacionada à distintas espécies estudadas, como também a idade dos povoamentos.

Pode-se observar que a maior concentração de biomassa foi encontrada no tronco, o que também foi verificado nos trabalhos de Caron et al. (2015) para *Acacia meansii*, *Mimosa scrabella*, *Eucalyptus grandis* e *Ateleia glazioviana* e Pedrosa et al. (2013), para *Eucalyptus grandis*. Todavia, Thompson (2009), ao estudar o *Sclerolobium paniculatum*, obteve maior peso de biomassa nos galhos.

Cada espécie possui suas características próprias, entretanto, o sítio e material genético podem influenciar na produção de biomassa. Deste modo, Laclau et al. (2000) destacam que as árvores possuem diferentes variações de acúmulo de biomassa em seus distintos componentes (tronco, galhos, folhas e casca). Para Pedrosa et al. (2013), a variação da distribuição da biomassa, nos diferentes componentes da planta, ocorre de espécie para

espécie e até mesmo dentro de uma população com mesma espécie, bem como em razão das condições ambientais, além de variar também em razão das procedências. A biomassa pode ser afetada também por fatores que interferem na fotossíntese e na respiração, como também por características edafoclimáticas e idade (SCHUMACHER e CALDEIRA, 2001).

Sendo o valor médio obtido para a biomassa do tronco c/c de 6,99 kg/árvore, 5,92 kg/árvore para a biomassa radicular, 0,227 kg/árvore para a biomassa dos galhos e 0,912 kg/árvore para a biomassa das folhas, representam assim, em uma densidade de 166 árvores por hectare, valores médios em toneladas de 1,16 t/ha; 0,98 t/ha; 0,03 t/ha e 0,15 t/ha de biomassa no tronco c/c, raízes, galhos e folhas, respectivamente.

Resultados diferentes dos obtidos no presente estudo foram encontrados por Rondon (2006) para o estoque de biomassa total da Teca em um povoamento com sete anos de idade e densidade de 400 árv/ha. Enquanto que Behling et al. (2014), para um povoamento de Teca aos 7,5 anos de idade com densidade de 980 árv/ha, obteve valor superior ao presente estudo para a biomassa radicular.

Almeida et al. (2010), também obtiveram resultado distinto do presente estudo para um povoamento de Teca aos 5,5 anos de idade e densidade de 1.333 árv/ha. As diferenças encontradas entre o presente estudo e as literaturas consultadas certamente estão relacionadas à diferença entre as idades dos povoamentos analisados, como também do espaçamento utilizados pelos autores.

Tsukamoto Filho (2003), em um sistema silvipastoril com eucalipto na densidade de 250 árv/ha e 10 anos de idade em Minas Gerais, obteve produção de 107,69 t/ha de biomassa. Enquanto que, Gutmanis (2004), observou valores para a biomassa para um povoamento de *Pinus ellioti* aos 25 anos de idade, em nova Odessa, SP, com densidade de 200 árv/ha de 104,54 t/ha.

Na Tabela 4 encontra-se a Análise de variância (ANOVA) para os tratamentos: teores de C do tronco com casca, folhas galhos e raízes, seguido do teste de comparação de médias Tukey (Tabela 5).

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) dos teores de Carbono orgânico para o tronco c/c, folhas, galhos e raízes de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	74,66826	24,88942	6,9159**
Resíduos	32	115,1645	3,59889	
Total	35			

Em que: **= Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,01$).

Tabela 5. Teores médios de C (%) para os compartimentos tronco c/c, folhas, galhos e raízes e sumarização para um plantio de *Tectona grandis* clonal aos 27 meses de idade em SSP, Alta Floresta - MT.

Teor de Carbono	
Componente	(%)
Tronco c/c	52,05 a
Galhos	49,01 b
Folhas	50,39 ab
Raízes	52,86 a
Média total	51,07%

Em que: c/c= com casca. Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As comparações por meio da ANOVA indicaram que os componentes apresentaram diferença significativa entre os teores de C ao nível de 5% de probabilidade. As maiores médias encontradas pelo teste de Tukey foram para a raiz (52,86%) e para o tronco com casca (52,05%), não apresentando diferença significativa entre o teor médio de C entre estes componentes. O teor médio de C das folhas (50,39%) diferiu estatisticamente do teor de C dos outros componentes, assim como o teor de C dos galhos (49,01%).

Por meio destes resultados, verificou-se que a utilização da generalização de 50% para o teor de C recomendado em projetos de âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, o IPCC (2003), pode muitas vezes sub ou superestimar o verdadeiro potencial de uma floresta em estocar C.

O sistema radicular e o tronco foram os componentes que apresentaram os maiores teores de C em comparação com os demais. Resultado semelhantes foram obtidos por Kraenzel et al. (2001) para um povoamento de Teca, no Panamá, aos 20 de idade.

Já Dellagnol et al. (2011), obtiveram resultados distintos para cinco espécies florestais (*Pinus taeda* L., *Mimosa scabrella* Benth, *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall, *Eucalyptus grandis* W. Hill, *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, sendo o componente folha a apresentar maior teor. Entretanto, Hoppe et al. (2006) destacam que cada vegetal tem uma capacidade em fixar C. Enquanto que para Marcene et al. (2006), o sítio de crescimento e posição sociológica do povoamento pode intervir no teor de C da espécie. Watzlawick et al. (2004) destaca que os teores de C podem variar em diferentes épocas do ano, por meio da variação da atividade fisiológica das espécies.

O teor médio de C para o tronco c/c encontrado neste estudo foi próximo ao obtido por Kraenzel et al. (2001) para a Teca e superiores aos teores médios encontrados por Vieira et al.

(2009) para espécies do Cerrado (41,01%), Dellagnol et al. (2011) para a madeira de *Eucalyptus grandis* sem casca (42,61%), e por Watzlawick et al. (2014) para espécies da Floresta Ombrófila Mista (43,16% a 45,36%).

Os teores médios do C nas raízes e folhas foram superiores ao obtido por Kraenzel et al. (2001) para a Teca, enquanto que para os galhos os teores foram próximos Valores (40,45%). Watzlawick et al. (2014) obtiveram teores de C inferiores aos obtidos no presente estudo em uma Floresta Ombrófila Mista para as folhas (43,79%) e galhos (43,94%). Assim como Dellagnol et al. (2011), para o *Eucalyptus grandis* (52,86%).

As observações do percentual de biomassa e C estocado em cada componente foram obtidas por meio de proporção dos valores médios de biomassa e estoque de C para cada componente, tomando como referência as árvores amostradas para a biomassa e teor de C. A concentração de biomassa encontrou-se no tronco c/c e nas raízes (61,68% e 31,67%, respectivamente), enquanto que a biomassa dos galhos e folhas representaram juntos menos de 7% da biomassa total. Quanto ao estoque de C, o tronco c/c e as raízes representaram juntos aproximadamente 95% do estoque total, o 5% restante está representado pelos galhos e folhas (Figura 4).

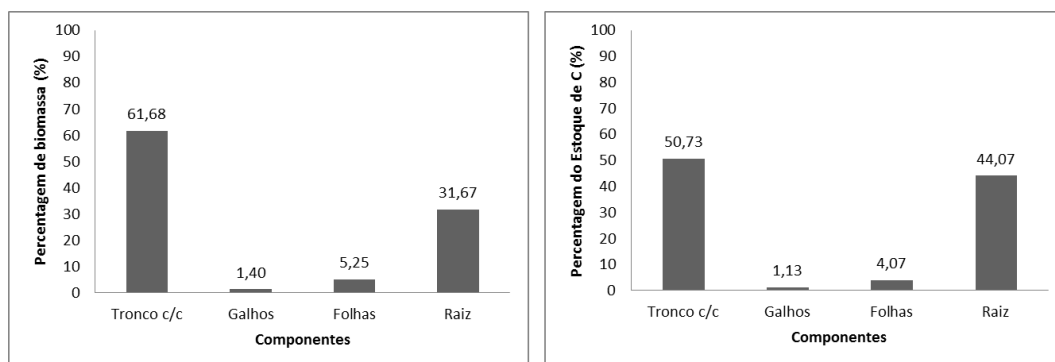


Figura 4. Participação percentual dos componentes para a biomassa total e estoque de carbono da *Tectona grandis* aos 27 meses de idade.

Utilizando-se dos teores de C e dos valores médios para a biomassa de cada componente, multiplicando pela densidade (166 árvores por hectare), obteve-se para o presente estudo, um estoque médio de 0,656 t/C/ha na parte aérea (tronco c/c, folhas e galhos), dos quais estão desta forma distribuída: 0,595 t/C/ha no fuste c/c; 0,013 t/C/ha nos galhos e 0,048 t/C/ha nas folhas. Enquanto que, o sistema radicular contou com 0,523 t/C/ha de carbono fixado.

Estes resultados diferem dos estoques de C encontrados por Almeida et al. (2010) para um povoamento de Teca aos 29 meses de idade e densidade de 1,515 árvores por hectare (4,27 t.C/ha para o fuste, 0,35t.C/ha para os galhos e 2,15 t.C/ha para as folhas), por Martínez et al. (2014) para um povoamento de Teca aos cinco anos de idade e densidade 989 arv/ha (5,34t.C/ha total). Assim como o estoque de C obtido por Jiménez e Lanceta (2009) para povoamento de Teca seminal com três procedências: Equador, Costa Rica e Brasil, aos oito anos de idade e várias densidades (valor médio de 24,28 t.C/ha).

A diferença encontrada para a quantidade de carbono estocado entre o presente estudo e a literatura certamente está relacionada com os diferentes espaçamentos utilizados nos distintos trabalhos, bem como as diferentes idades dos povoamentos, haja vista que a espécie é a mesma. De acordo com Almeida et al. (2010), o estoque de carbono da Teca varia de acordo com a idade do povoamento. Para Schneider et al. (2005), o estoque de C em um povoamento florestal está diretamente relacionado a frequência de indivíduos por hectare e a dimensão de classe diamétrica das árvores.

Com base nos dados obtidos em campo e em laboratório e utilizando-se da Correlação Linear Simples (Pearson) obtiveram-se valores de coeficiente de correlações (r) entre as variáveis dendrométricas DAP, Ht e a variável combinada DAP/Ht com os estoques de biomassa e C nos distintos componentes das árvores de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade, implantadas em sistema silvipastoril (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação Linear Simples entre as variáveis dendrométricas (DAP, Ht e DAP/Ht), estoque de biomassa e estoque de carbono (C) em distintos componentes para árvores de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade implantada em SSP, Alta Floresta – MT.

Componentes	DAP	Ht	DAP/Ht
Estoque de biomassa d tronco c/c (kg/árv.)	0,90**	0,86**	0,50**
Estoque de biomassa do galho (kg/árv.)	0,29ns	0,37ns	0,03ns
Estoque de biomassa da folha (g/kárv.)	0,46**	0,43**	0,30ns
Estoque de biomassa da raíz (kg/árv.)	0,87**	0,60ns	0,87**
Estoque de C do tronco c/c (kg/árv.)	0,82**	0,81**	0,45ns
Estoque de C do galho (kg/árv.)	0,21ns	0,25ns	0,04ns
Estoque de C da folha (kg/árv.)	0,14ns	-0,02ns	0,45ns
Estoque de C da raíz (kg/árv.)	0,84**	0,56ns	0,89**

Em que: DAP = Diâmetro a 1,30 m. Ht = Altura total. DAP/Ht = Variável combinada DAP altura. kg/árv. = Quilograma por árvore. **= Significativo a nível de 5% de probabilidade (p-valor<0,05). ns= Não significativo.

Houveram correlações significativas e não significativas entre as variáveis dendrométricas e o estoque de biomassa e C analisados neste estudo. O estoque de biomassa do tronco c/c apresentou correlação significativa com o DAP e Ht, a variável combinada DAP/Ht. Enquanto isso, o estoque de biomassa dos galhos apresentou correlação não significativa com todas as variáveis dendrométricas correlacionadas. O estoque de biomassa das folhas apresentou correlação significativa com o DAP e Ht e não significativa com o DAP/Ht. Já o estoque de biomassa radicular obteve correlação significativa com o DAP e DAP/Ht e não significativa com a Ht.

De forma geral, entre as variáveis dendrométricas da *Tectona grandis* analisadas e a biomassa dos distintos componentes avaliados, o DAP foi a mais expressiva em correlações. A correlação encontrada entre biomassa do tronco c/c com o DAP, Ht e com a relação DAP/Ht significa que, quanto maior o porte das árvores, maior será a quantidade de biomassa estocada no tronco das árvores.

Ratuchne (2010), ao estudar a Floresta Ombrófila Mista obteve resultado de correlação simples para a biomassa do tronco s/c com o DAP semelhante ao encontrado no presente estudo, já para a Ht o resultado foi inferior. Chassot et al. (2011,) trabalhando com *Araucaria angustifolia* relatam que todas as variáveis dimensionais e de concorrência utilizadas em seu trabalho possuíram correlação significativa com o DAP, exceto classe de copa e tendência de valorização.

O resultado obtido no presente estudo para a correlação simples da biomassa do tronco c/c com o DAP já eram esperados, visto que para Machado e Figueiredo Filho (2003) o DAP possui alta correlação com a biomassa. Já a altura, de acordo com Campos e Leite (2013), está mais relacionada com a capacidade produtiva do sítio.

Os coeficientes de correlação encontrados entre as variáveis dendrométricas e o estoque de biomassa dos galhos indicaram que este componente possui dificuldade em se correlacionar com as variáveis dendrométricas utilizadas neste trabalho. Enquanto que as folhas apresentaram dificuldade em se correlacionar com DAP/Ht. A coleta dos dados realizada pouco tempo após a realização da poda no povoamento pode ter induzido este resultado. Com a execução da poda houve uma radical redução dos galhos e das folhas, conseqüentemente, levou a uma redução da biomassa nestes componentes, dificultando assim a correlação entre estes componentes e as variáveis dendrométricas correlacionadas. Todavia,

para Laar e Akça (2007), nem todas as variáveis dendrométricas possuem alta correlação com todos os componentes da árvore.

O DAP e DAP/Ht mostraram serem variáveis explicativas do estoque de biomassa radicular. As correlações significativas obtidas entre as variáveis dendrométricas utilizadas e a biomassa das raízes evidenciaram certa relevância entre o porte das árvores e a formação do sistema radicular da Teca na fase jovem. Mello e Gonçalves (2008), ajustando equações para estimar a biomassa observaram que o DAP foi significativo (95%) para estimar a biomassa radicular do *Eucalypto grandis*.

Estudos da biomassa radicular são importantes para compreensão das relações fonte/dreno nas árvores (MELLO e GONÇALVES, 2008). Entretanto, há falta de informações sobre estudos de biomassa radicular na literatura (RESH et al., 2003). Chaves et al. (2005) citam que a dificuldade em amostragem do sistema radicular é um dos fatores que leva a esta falta de informação.

A Correlação Linear Simples entre os estoques de C dos distintos componentes e as variáveis dendrométricas evidenciaram que, para o estoque de C do tronco, o DAP e a Ht são variáveis explicativas. O sistema radicular apresentou correlação positiva significativa com o DAP e DAP/Ht. O estoque de C dos galhos e das folhas apresentou correlação não significativa com todas as variáveis dendrométricas correlacionadas.

Partindo do pressuposto que aproximadamente 50% da biomassa é carbono, as correspondências positivas e mais expressivas encontradas neste estudo entre as variáveis dendrométricas, o estoque de carbono no tronco c/c e as raízes, certamente estão relacionadas ao maior acúmulo de biomassa nestes compartimentos. Para Rondon (2002), a biomassa aérea das árvores é concentrada basicamente no fuste.

Ratuchne (2010), em uma Floresta Ombrófila Mista, obteve resultados de correlação simples entre o carbono presente tronco e o DAP superior ao encontrado no presente estudo, já para a altura o resultado foi inferior. Sanquetta et al. (2013) e Schikowski et al. (2013) afirmam que espécies florestais possuem boa relação do carbono e variáveis dendrométricas.

2.4 CONCLUSÃO

O estoque de biomassa é distinto entre os componentes da Teca, sendo o tronco com casca o componente a apresentar maior estoque e os galhos o menor estoque.

Há diferença entre os teores de carbono dos distintos componentes da Teca, sendo mais elevado no tronco com casca e nas raízes e menor nos galhos.

O estoque de carbono da Teca é distinto entre os componentes, sendo o tronco com casca o apresentar maior estoque e os galhos o menor estoque.

O DAP e a altura total foram variáveis dendrométricas explicativas para o estoque de biomassa e de carbono do tronco com casca.

A relação DAP/Ht e o DAP apresentaram maiores correlações com a biomassa e estoque de carbono radicular.

As variáveis dendrométricas utilizadas tiveram dificuldade em se relacionar com o estoque de biomassa e de carbono das folhas e galhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. M.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; FINGER, Z. Determinação do estoque de carbono em Teca (*Tectona grandis* L.F) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 559-568, 2010.

BEHLING, M.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.; KISHIMOTO, C. B.; SMIT, L. Eficiência de utilização de nutrientes para formação de raízes finas e médias em povoamento de Teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 846-846, 2014.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M. Determinação de carbono orgânico em povoamentos de *Acacia mearnsii* de Wild plantados no Rio Grande do Sul. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 47-54, 2003.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal**: Perguntas e respostas. Viçosa: Ed UFV. 4. ed, p. 605, 2013.

CHASSOT, T.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; LONGHI, S. J. Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**, Viçosa, v. 21, p. 303-313, 2011.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M.A.; CHAMBERS, J.Q.; EAMUS, D.; FÖLSTER, H.; FROMARD, F.; HIGUCHI, N.; KIRA, T.; LESCURE, J. P.; NELSON, B.W.; OGAWA, H.; PUIG, H.; RIÉRA, B.; YAMAKURA, T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, p. 87–99, 2005.

CARON, E. O.; ELOY, E.; SOUZA, V. Q de.; SCHMIDT, D.; BALBINOT, R.; BEHLING, A.; MONTEIRO, G. C. Quantificação da biomassa florestal em plantios de curta rotação com diferentes espaçamentos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, p.106-112, 2015.

DELLAGNOL, F. S.; MOGNON, F.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P.D. Teores de carbono de cinco espécies florestais e seus compartimentos. **Floresta e Ambiente**, v.18. n.4, p.410-416, 2011.

GUTMANIS, D. Estoque de carbono e dinâmica ecofisiológica em sistemas silvipastoris. 2004. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade Estadual Paulista, rio Claro, SP, 2004.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Good Practice Guidance for Land-Use Change and Forestry**. Geneva, p. 590, 2003.

HOPPE, J. M.; WISTSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V. Biomassa e nutrientes em *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. estabelecido no município de Dom Feliciano – RS. **Ciências Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 463,471, 2006.

KRAENZEL, M.CASTILHO, A.; MOORE, T.; POTVIN, C. Carbon storage of harvest – age teka (*Tectona grandis* L.f.) plantations, Panama. **Forest Ecology and Management**, n. 5863, p. 1-13, 2001.

JIMÈNEZ, E; LANDETA, A. **Producción de biomassa y fijación de carbono em plantaciones de Teca** (*Tectona grandis* Lin F.). Campus Prosperina - ESPOL, 2009. Disponível em <<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5131>>. Acesso em: 02/ago/2015.

LAAR, A.; AKÇA, A. Forest mensuration. **Dordrecht: Springer**, p.389, 2007.

LACLAU, J.P.; BOUILLET, J.P.; RANGER, J. Dynamics of biomass and nutrient accumulation in a clonal plantation of Eucalyptus in Congo. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 128, n. 3, p.181-196, 2000.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2. ed. Guarapuava: UNICENTRO, p. 316, 2006.

MARCENE E A.; DALLA CORTE A. P.; SANQUETTA C, R.; SCHNEIDER C, R. Variação nos teores e estoques individuais de carbono fixado com o crescimento de *Gmelina arborea* Roxb. na região litorânea do Paraná, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 71, p. 55-63, 2006.

MARTINEZ, A. J. G.; HERNÁNDEZ, J. R.; GÓMEZ, R. M. J.; ÑAMENDI, F. J. C. Evaluación del crecimiento, potencia de secuestro y fijación de carbono de los espécies forestales em el sistema agroflorestal Taungya. **Revista florestal mesoamericana Kurú** Costa Rica, v. 11, n. 26, 2014.

MELLO, S. L . de M.; GONÇALVES, J. L. de M. Equação para estimar a biomassa da parte aérea e do sistema radicular em povoamento de *Eucalyptus grandis* em sítio com produtividades distintas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 65, 2008.

PEDROSA, T, D.; MASCARENHAS, A, R, P.; MELO, R, R.; STANGERLIN, D, M. Estimativa da biomassa em um plantio de *Eucalyptus grandis* na região Centro-Oeste. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5, 2013.

RATUCHNE, L, C. **Equações alométricas para a estimativa de biomassa, carbono e nutrientes em uma floresta ombrófila mista**. 2010, 111f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade do Centro-Oeste, Guarapuava, 2010.

RESH, S. C.; BATTAGLIA, M.; WORLEGDE, D.; LADIGES, S. Coarse root biomass for eucalypt plantations in Tasmania, Australia: sources of variation and methods for assessment. **Trees**, v. 17, p. 389-399, 2003.

RONDON, E. V. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.f sob diferentes espaçamentos do Estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 337-341, 2006.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* sob diferentes espaçamentos na região da mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; MOGNON, F.; MASS, G. C. B.; RODRIGUES, A. L. Estimativa de carbono individual para *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2014.

SANQUETTA, C. R.; WOJCIECHOWSKI, J.; DALLA CORTE, A. P.; RODRIGUES, A. L. MAAS, G. C.B. On the use of data mining for estimating carbon storage in the trees. **Carbon Balance and Management**, v. 8, n. 6, 2013.

SANQUETTA, C. R; BALBINOT, R. Metodologia para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R; BALBINOT, R.; ZILOTTO, M. A. B. (Eds.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisa**. Curitiba, p.77-94, 2004.

SCHIKOWSKI, A. B.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R. Modelagem do crescimento e de biomassa individual de Pinus. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 75, p. 269-278, 2013.

SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardiere) subespécie maidenii. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 45-53, 2001.

SCHINEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; SOBRINGO, V. G.; SCHINEIDER, P. S. P. Determinação indireta do estoque de biomassa e carbono em povoamento de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 391, 2005.

SOARES, C, P, B.; OLIVEIRA, M. L.P. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de Eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 533-539, 2002.

THOMPSON, R.M. **Estimativas de Volume, Biomassa e Carbono para o Carvoeiro** (*Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *subvenlutinum* Benth.). 2009. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; KLUPPEL, M. L. W.; BARBEIRO, L. da S. S. Teores de carbono em espécies vegetais do Caatinga e do Cerrado. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambiental**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 145-155, 2009.

WALKER, W. A. BACCINI, M. NEPSTAD, N. HORNING, D. KNIGHT, E. Braun, and A. Bausch. **Guia de Campo para Estimativa de Biomassa Florestal e Estoque de Carbono**. Versão 1.0. Massachusetts, USA: Centro de Pesquisas Woods Hole, Falmouth, 2011.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. 2003. 120f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; SANQUETTA, C. R.; CALDEIRA, M. V. W. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIOTO, M. A. B. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba, p. 95-109, 2004.

WATZLAWICK, L. F.; MARTINS, P. J.; RODRIGUES, A. L.; EBLING, A. A.; BALBINOT, R.; LUSTROSA, S, B.C. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista e efeito do grupo ecológico. **Cerne**. v. 20, n. 4, p. 613-620, 2014.

**3 CORRELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E VARIÁVEIS DE
PRODUÇÃO DA *Tectona grandis* Lin.f EM SISTEMA SILVIPASTORIL**

RESUMO

Sueza Basso: Correlação entre atributos químicos do solo e variáveis de produção da *Tectona grandis* Lin.f em povoamento silvipastoril.

A *Tectona grandis*, conhecida popularmente como Teca, é uma espécie florestal com origem no sudeste asiático que tem se adaptado bem no Brasil. É exigente quanto à fertilidade do solo, podendo ter sua produtividade influenciada pela restrição de alguns nutrientes. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo relacionar variáveis de produção da Teca com atributos do solo. Os dados provem de um povoamento de Teca com 27 meses de idade implantado em sistema silvipastoril de propriedade da empresa BACAERI FLORESTAL com sede no município de Alta Floresta – MT. Após realização do inventário florestal na área, foram selecionadas aleatoriamente 10 árvores para realização das análises químicas e posterior correlação com variáveis de produção da Teca. O diâmetro a altura do peito e a altura total apresentaram as maiores correlações positivas com Ca/Mg, H+Al, MO e Ca e negativas com o Na. A biomassa do tronco c/c apresentou maiores correlações positivas com o Ca, H+Al e MO e negativas com o Na. A biomassa dos galhos apresentou maior correlação positiva com o H+Al e negativa com a SB e CTC. Enquanto que a biomassa das folhas apresentou correlações não significativas com todos os atributos químicos do solo. A biomassa radicular apresentou maior correlação positiva com a acidez potencial e negativa com o Mg.

Palavra-chave: Teca, fertilidade do solo, desenvolvimento, produção.

ABSTRACT

Sueza Basso: Correlation in between the soil's chemical properties and the production variables from *Tectona grandis* Lin. f. in silvipastoral system.

Tectona grandis, commonly known as Teak, is a forestry species with high exigencies of soil fertility, and may have its productivity affected by the restriction of some nutrients. The objective of this work is to correlate the production variables with soil's properties. The data utilized was collected in a Teak plantation at age 27 months, implanted in a silvipastoral system at a property from BACAERI FLORESTAL in Alta Floresta city, State of Mato Grosso. After the forestry inventory, 10 trees were randomly selected for chemical analysis and later correlation with the production variables. DBH (1,30m) showed higher positive correlation with Ca/Mg, H+Al, MO and Ca and negative correlation with Na. Bole's biomass showed higher positive correlation with Ca/Mg, H+Al, MO and Ca and negative correlation with Na. Braches' biomass showed higher positive correlation with H+Al and negative with SB and CTC. Leaves' biomass did not show any significant correlation with soil's properties. Root's biomass showed higher positive correlation with potential acidity and negative with Mg.

Keywords: Teak, soil fertility, development, production.

3.1 INTRODUÇÃO

O avanço do desmatamento na região Amazônica brasileira quase sempre é associado a pastagens destinadas a pecuária bovina, das quais algumas acabam degradadas. Como medida alternativa para recuperação dessas áreas tem-se o sistema silvipastoril, o qual consiste em uma integração de indivíduos arbóreos lenhosos e perenes com animais em um mesmo espaço. Este sistema tem sido usado com o objetivo de aumentar a renda do produtor rural com a inclusão de espécies florestais em áreas de pastagens já estabelecidas, agregando valor a terra.

O sistema silvipastoril possui o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área promovendo a sustentabilidade do sistema, ciclagem de nutrientes, aporte de matéria orgânica, conservação do solo e da água além de possibilitar a melhoria das condições físicas, químicas e da atividade biológica na superfície do solo e do conforto térmico para os animais (LEME et al., 2005). Ugalde Arias (2013) destaca que o uso de espécies apropriadas em sistemas silvipastoril assegura uma importante estratégia para a diversificação na gestão dos recursos naturais, apresentando três principais benefícios: acréscimo da produtividade agrícola total e aumento de renda.

Para Wang e Cao (2011), os sistemas que envolvam florestas apresentam maiores benefícios ecológicos e econômicos, sendo assim, Akyeampong et al. (1999) atestam que os sistemas envolvendo florestas são uma opção promissora para uso em longo prazo da terra. Estudos realizados por Costa et al. (2006) e Carneiro et al. (2009), em áreas de vegetação nativa de Cerrado convertidas em pastagem ou em área de cultivo de grãos, observaram que os atributos químicos e microbiológicos do solo são alterados após a retirada da floresta nativa.

Deste modo, a Teca pode oferecer uma alternativa para recuperação de áreas degradadas e diminuir a pressão sobre a floresta nativa. Com origem natural no Sudeste Asiático, a espécie tem se destacado nos mercados nacionais e internacionais por apresentar uma madeira que harmoniza estabilidade, durabilidade, resistência, beleza e fácil trabalhabilidade. Sua madeira é utilizada em construção naval, revestimento de convés de veleiros e iates, produção de moveis fino, móveis para jardim e piscina, esquadrias, pisos, construção civil, madeiramento para telhado, postes, moirões e em construções rurais (COSTA e RESENDE, 2001).

Segundo Ugalde Arias (2013), a implantação de plantios de Teca em combinação com agricultura ou pastagens tem sido praticada em vários países. Entre as culturas mais comuns utilizadas neste arranjo estão o feijão, milho e mandioca. Alguns países também combinam plantios jovens e velhos com gado, ou seja, sistema silvipastoril. Entre os objetivos e vantagens desta prática, destacam-se: uso mais eficiente do solo, produção de culturas agrícolas para consumo familiar e comercial, redução de custo com capina, maior crescimento da Teca com os fertilizantes aplicados na agricultura, além de também agregar valor a terra.

A espécie tem atraído vários investidores na América Central nos últimos anos apesar de apresentar preocupações quanto ao material genético, potencial de sítio e condições de solo adequadas para um bom desenvolvimento. No Estado de Mato Grosso, plantios de Teca apresentam produtividade excepcionalmente variável de acordo com o material genético, variação de tipo de solos e métodos silviculturais aplicados nos povoamentos (REIS e PAULUDZYSZYN FILHO, 2011). De acordo com Ugalde Arias (2013), nos últimos anos tem se detectado novos problemas de pragas e enfermidades que causam limitações no crescimento de plantações de Teca, especialmente em locais que apresentam alta umidade, sem um período de estação seca definida, e em solos ácidos e com desbalanço nutricional. Estes aspectos têm alta prioridade e importância no momento de selecionar sítios a ser implantados povoamentos de Teca.

A Teca desenvolve-se vários tipos de solos, entretanto, prefere os de textura franco arenosos a argilosos (OMBINA, 2008). Quanto ao pH ideal, não há consenso entre as literaturas, todavia, González (2010) indica não cultivar a Teca em áreas com pH inferior a 5,5. A espécie pode ter seu desenvolvimento influenciado pela disponibilidade de Potássio (CASTELLANOS, 2006). É altamente exigente quanto ao nível de Cálcio (Pelissari et al., 2012). Já o magnésio pode atender às exigências da espécie em poucas quantidades (MATRICARDI, 1989). O alumínio trocável, em altas concentrações, pode influenciar negativamente no seu desenvolvimento (MOLLINEDO GARCIA, 2003).

As diferenças entre o desenvolvimento a campo de plantas de Teca com origem seminal (produzidas a partir de reprodução sexuada) e plantas clonais (produzidas por meio de propagação vegetativa) submetidas a diferentes sistemas de manejo, é pouco abordada entre os estudos científicos, sendo comum a existência de trabalhos apenas com mudas seminais, tais como os realizados por Tonini et al. (2009), Vieira et al. (2008) e Passos et al. (2006). Para Pelissari et al. (2012), o manejo da espécie, na maioria das vezes, tem suporte em

conhecimentos deficientes e inapropriados, dificultando assim estabelecer comparações entre os regimes de manejo realizados no mundo e as respostas das práticas silviculturais em locais com características edafoclimáticas distintas.

A *Tectona grandis* tem se adaptado bem no Brasil, reduzindo radicalmente seu ciclo de corte e produzindo madeira de qualidade, todavia as informações quanto às suas exigências nutricionais são poucas e desconhecidas, sendo essencial continuar com mais pesquisas, gerando assim, informações científicas sólidas que ajudem na tomada de decisões no manejo desta espécie que é promissora perante plantios florestais nos trópicos, além do retorno financeiro, que por vezes é superior a espécies nativas.

3.2 MATERIAL E MÉTODO

3.2.1 Área de estudo e seleção das unidades amostrais

A descrição da área de estudo, bem como a seleção das unidades amostrais estão descritos nos tópicos 1.4.1; 1.4.1.1 e 1.4.2.1.

3.2.1.2 Coleta do solo

Coletou-se uma amostra de solo (composta) para cada árvore (amostra), a qual foi gerada a partir de quatro pontos a uma distância de 40 cm da base da planta, com o auxílio de um trado holandês, nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm (Figura 5).

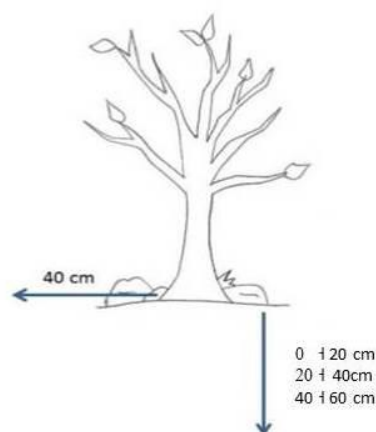


Figura 5. Esquema da coleta de amostra de solo para as análises químicas.

As amostras de solos foram colocadas em sacos plásticos, identificadas e deixadas para secar ao ar livre para posterior transporte ao laboratório de solos da UNICENTRO – *Campus* de Irati para realização das análises. No Laboratório de Solos, as amostras foram secas em estufas de ventilação forçada a uma temperatura constante de 40 °C, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm. Na fração maior que 2 mm, foi realizada a separação de cascalhos e calhaus. Na fração menor que 2 mm, foram efetuadas as determinações químicas e granulométricas.

Todos os métodos de preparo, tratamento e análise das amostras de solos foram realizados conforme método usual preconizado pela EMBRAPA (1997).

3.2.1.3 Tratamento estatístico dos dados

O tratamento estatístico dos dados descritivos do povoamento e das análises químicas de solo foi realizado com o auxílio do Excel. Enquanto que a Correlação Linear Simples (Pearson) foi realizada com o auxílio do pacote estatístico R (versão 3.1.0), a fim de verificar a relação entre as variáveis de produção do povoamento de Teca com os atributos químicos do solo.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios, amplitudes, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) das variáveis dendrométricas (DAP e altura total) de Teca mensurados em um povoamento implantado em Sistema Silvipastoril no município de Alta Floresta – MT, aos 27 meses de idade.

Tabela 7. Estatística descritiva das variáveis dendrométricas (DAP e Ht) para um povoamento de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade em Alta Floresta - MT.

Variáveis	DAP (cm)	Ht (m)
Mínimo	4,4	3,5
Médio	8,03	6,57
Máximo	12,2	8,6
Desvio Padrão ±	1,27	0,91
CV%	15,42	13,95

Os coeficientes de variação encontrados neste estudo para o DAP e altura total foram inferiores aos obtidos por Macedo et al. (2005) para um povoamento de Teca no município de Paracatu – MG, de origem seminal, aos 24 meses de idade, como também por Gomes et al. (2005) para o diâmetro a altura do coleto e altura total para um povoamento de Teca aos seis meses de idade no município de Paracatu – MG. Trentin et al. (2015), para um povoamento clonal de eucalipto aos três anos de idade, obteve C.V para as mesmas variáveis dendrométricas superiores aos encontrados no presente estudo.

Em geral, os valores do DAP e altura total (Ht) foram superiores aos observados por outros autores, como apresentado na Tabela 8, sendo próximos somente dos dados obtidos por Ugalde Arias (2013). Este resultado certamente está relacionado ao fato do autor supracitado também estar trabalhando com clones, o que não foi informado nos outros estudos, entretanto, por se tratar de plantios mais antigos, julga-se que sejam de procedência seminal. Morreti et al. (2014), ao compararem o desenvolvimento de mudas de Teca clonais e seminais aos 12 meses de idade no município de Figueiredo do Oeste – MT encontram valores para o DAP e altura total superiores para plantas clonadas.

Tabela 8. Valores médios para as variáveis dendrométricas DAP e altura total (Ht, m) para distintos povoamentos de *Tectona grandis*, seguido da idade do povoamento, localidade do estudo e seus respectivos autores.

Idade	DAP (cm)	Ht (m)	Local	Autor
27 meses	8,03	6,57	Alta Floresta - MT	Presente Estudo
60 meses	11,2	7,49	Santo Antonio do Leverger - MT	Brauwers (2004)
36 meses	2,89	2,1	Paracatu - MG	Macedo et al. (2005)
60 meses	14,14	9,96	Sinop - MT	Garcia (2006)
96 meses	11,16	11,14	Guayaquil - Equador	Jiménez e Landeta (2009)
24 meses	5,21	4,5	Nossa Senhora do Livramento - MT	Pelissari (2012)
24 meses	5,21	4,5	Nossa Senhora do Livramento - MT	Pelissari (2012)

Na Tabela 9 estão apresentados os valores médios dos atributos químicos do solo para as três profundidades avaliadas (0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm), com seus respectivos desvios padrão. De modo geral, os atributos químicos do solo apresentaram baixa amplitude numérica, sendo que na profundidade de 0-20 cm encontraram-se maiores teores de bases, com uma leve redução na profundidade de 20-40 cm.

Os maiores teores de bases trocáveis na primeira profundidade certamente estão relacionados à incorporação de calcário no solo no momento do plantio das mudas de Teca nesta profundidade, mesmo com o fato das plantas já terem extraído nutrientes. Enquanto que, o decréscimo na segunda profundidade pode estar relacionado à maior exportação dos nutrientes nesta profundidade, pois de acordo com Fonseca (2004) a maioria das raízes de Teca se encontra nos primeiros 30 cm de profundidade do solo.

A matéria orgânica (MO) apresentou maior quantidade na primeira profundidade, com redução na segunda profundidade e um leve acréscimo na terceira profundidade. No horizonte do solo, a distribuição da MO depende parcialmente de como esse material é depositado anualmente, e principalmente da porcentagem de MO decomposta em um ano (TROEH e THOMPSON, 2007).

Tabela 9. Médias dos atributos químicos do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm e desvio padrão, do povoamento de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade em Alta Floresta – MT.

pH	K	Ca	Mg	Ca+ Mg	Ca/Mg	Al	H+Al	MO	P	V	Na	SB	CTC
CaCl	cmolc/dm ³					g/dm ³			mg/dm ³	%	cmolc/dm ³		
Profundidade de 0-20 cm													
5,2 (± 0,43)	0,09 (± 0,06)	2,2 (± 1,29)	1,30 (± 0,26)	3,61 (± 1,46)	1,57 (± 0,77)	0,1 (± 0,06)	2,99 (± 0,53)	16,42 (± 7,17)	4,03 (± 4,33)	53,25 (± 11,10)	0,22 (± 0,06)	3,70 (± 1,50)	3,88 (± 1,46)
Profundidade de 20-40 cm													
5,3 (± 0,21)	0,06 (± 0,02)	1,8 (± 0,87)	1,20 (± 0,34)	3,00 (± 0,73)	1,57 (± 0,90)	0,1 (± 0,05)	2,96 (± 0,26)	9,85 (± 2,73)	11,59 (± 18,31)	50,68 (± 7,27)	0,23 (± 0,05)	3,15 (± 0,90)	3,34 (± 0,89)
Profundidade de 40-60 cm													
5,2 (± 0,38)	0,08 (± 0,02)	2,0 (± 0,73)	1,25 (± 0,46)	3,30 (± 0,64)	1,57 (± 1,05)	0,1 (± 0,18)	2,97 (± 0,52)	13,13 (± 2,14)	7,81 (± 11,62)	51,97 (± 6,55)	0,22 (± 0,04)	3,43 (± 0,65)	3,61 (± 0,66)

Para as três profundidades avaliadas, o pH apresentou valores médios inferiores ao intervalo de 6 a 8 determinado por Ombina (2008) para povoamentos de Teca na Índia e Mianmar, assim como ao limite crítico de 5,5 (MOLLINEDO GARCIA, 2003; GONZÁLES, 2010). De acordo com Bissani et al. (2004), as plantas podem se desenvolver normalmente em pH de até 4 desde que haja suprimentos adequado de todos os nutrientes essenciais, sem a presença de elementos tóxicos. Todavia, quando o pH se encontra na faixa de 6 a 6,5 há mais disponibilidade de nutrientes para as plantas (NOVAIS et al., 2007).

Os teores médios do potássio (K) encontrados foram superiores ao nível crítico de 0,01 cmol_c.dm³ citados por Mollinedo Garcia (2003). De acordo com Castellanos (2006), a disponibilidade de K no solo pode influenciar no crescimento da Teca, pois, tem atuação nos processos metabólicos das plantas (MORAES et al., 2008).

Enquanto que, os conteúdos médios de cálcio (Ca) encontrados foram inferiores aos indicados por Vásquez e Ugalde (1995) e Mollinedo Garcia (2003) (10 cmol_c.dm³). González (2004) e Pelissari et al. (2012) consideram a Teca como altamente exigente em Ca, podendo ter seu desenvolvimento prejudicado pela baixa disponibilidade deste nutriente.

A concentração média de magnésio (Mg) também se encontrou abaixo do recomendado por Mollinedo Garcia (2003), o autor considera que teores inferiores 5 cmol_c.dm³ podem limitar o desenvolvimento da espécie. De modo geral, para a região, Ribeiro et al. (1999) considera os teores de Ca como médios, enquanto que o Mg foram considerados como bom.

Os teores de Ca+Mg foram de 3,6; 3 e 3,3 cmol_c.dm³ para a profundidade de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente, enquanto que, a Ca/Mg foi de 1,5:1 para as três

profundidades avaliadas. De acordo com Novais et al. (2007) a Ca/Mg ideal varia de acordo com a cultura, sendo comumente recomendada uma relação de 3:1 ou 4:1. Como a Teca é rigorosa quanto ao teor de Ca disponível, a relação Ca:Mg encontrada no presente estudo muito possivelmente encontra-se abaixo do necessário para um bom desenvolvimento da espécie.

Os teores médios de alumínio trocável (Al) foram inferiores ao teor máximo de 1,3 $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$ tolerável pela Teca segundo Vaides Lópes (2004). O Al em concentrações elevadas, além de ser tóxicos as plantas, pode interferir na disponibilidade de outros nutrientes (NOVAIS et al., 2007). Mollinedo Garcia (2003) e Pelissari et al. (2012) citam que a Teca pode ter seu desenvolvimento afetado com elevadas concentrações de alumínio trocável. Já a acidez potencial (H+Al) foi inferior a 3 $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$, sendo considerado Ribeiro et al. (1999) como acidez média. A acidez potencial é muito importante sob o ponto de vista da correção dos solos ácidos, estando diretamente relacionada com a quantidade de calcário a ser utilizado para correção do solo (BISSANI et al., 2004).

Os teores médios de matéria orgânica (MO) encontrados no presente estudo são considerados por Ribeiro et al. (1999) como muito baixo. De acordo com Matricardi (1989), a presença de MO, principalmente em camadas superficiais, onde se concentram a maioria das raízes da espécie, produz respostas positivas ao crescimento da Teca. Para Novais et al. (2007), a MO desempenha grande influência sobre várias propriedades físicas (agregação e retenção de água), químicas (poder tampão, CTC, etc.) e biológicas do solo (reserva metabólica de energia, decomposição de nutrientes em forma orgânica, etc.).

O percentual de sódio trocável foi inferior a 6%, enquanto que a capacidade de troca de cátions (CTC) esteve entre 3,34 e 3,88 $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$, já os valores de saturação por bases (V%) estiveram no intervalo de 50,68% e 53,25%. Os teores de soma de bases (SB) estiveram entre 3,15 e 3,70 $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$. Ribeiro et al. (1999), para a região em estudo, considera os valores obtidos para a CTC e V% como médios, enquanto que para a SB esteve entre médio a muito bom.

Com os dados médios dos atributos químicos do solo (pH, K, Ca, Mg, Ca+Mg, Ca/Mg, Al, H+Al, MO, V%, Na, SB e CTC) e as variáveis de produção (DAP, Ht, biomassa do tronco c/c, biomassa dos galhos, biomassa das folhas e biomassa radicular) foi possível realizar a Matriz de Correlação Linear Simples (Pearson), a qual permitiu verificar as

correlações existentes entre as variáveis de produção da *Tectona grandis* e atributos químicos do solo.

Na Tabela 10 encontram-se os coeficientes de Correlação Linear Simples (r) entre os atributos químicos do solo para as três profundidades avaliadas (0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm) e as variáveis de produção para o povoamento de Teca aos 27 meses de idade implantado em sistema silvipastoril em Alta Floresta- MT.

Tabela 10. Correlação Linear Simples entre atributos químicos do solo com variáveis de produção de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade em Alta Floresta – MT.

	Prof	DAP	Ht	Bs T	Bs G	Bs F	Bs R
pH	0-20	-0,03 ns	-0,12 ns	-0,20ns	-0,40 ns	-0,07ns	-0,44ns
	20-40	0,30ns	0,19ns	-0,03ns	-0,30 ns	0,16ns	0,02ns
	40-60	0,12ns	0,10ns	-0,14ns	-0,06ns	-0,26ns	-,16ns
K	0-20	-0,21ns	-0,17ns	-0,30ns	-0,47ns	-0,39ns	-0,47ns
	20-40	0,42ns	0,49**	0,38ns	-0,25ns	-0,04ns	0,22ns
	40-60	0,49**	0,45ns	0,42ns	-0,28ns	0,26ns	0,37ns
Ca	0-20	0,37ns	0,36ns	0,25ns	-0,41ns	-0,00ns	0,01ns
	20-40	0,45ns	0,46ns	0,39ns	-0,19ns	0,17ns	0,06ns
	40-60	0,52**	0,52**	0,38ns	-0,03ns	-0,05ns	-0,00ns
Mg	0-20	0,02ns	0,03ns	-0,05ns	-0,68**	-0,25ns	0,03ns
	20-40	-0,61*	-0,54**	-0,30ns	-0,04ns	-0,44ns	-0,69*
	40-60	-0,50**	-0,30ns	-0,28ns	-0,03ns	-0,34ns	-0,68*
Ca+Mg	0-20	0,33ns	0,33ns	0,21ns	-0,48ns	-0,05ns	0,02ns
	20-40	0,14ns	0,14ns	0,20ns	-0,14ns	-0,01ns	-0,32ns
	40-60	0,21ns	0,34ns	0,21ns	-0,07ns	-0,32ns	-0,58*
Ca/Mg	0-20	0,47ns	0,43ns	0,32ns	-0,19ns	0,10ns	0,01ns
	20-40	0,70*	0,67*	0,46ns	-0,12ns	0,29ns	0,38ns
	40-60	0,59*	0,55**	0,39ns	0,02ns	0,08ns	0,20ns
Al	0-20	0,16ns	0,25ns	0,30ns	0,60*	-0,06ns	0,53ns
	20-40	-0,23ns	-0,06ns	-0,01ns	0,02ns	0,38ns	-0,40ns
	40-60	-0,16ns	-0,23ns	-0,04ns	0,00ns	0,22ns	-0,02ns
H+Al	0-20	0,56**	0,64*	0,57*	0,14ns	0,22ns	0,67*
	20-40	0,12ns	0,16ns	0,53**	0,35ns	0,13ns	0,59*
	40-60	-0,04ns	-0,19ns	0,01ns	-0,18ns	0,29ns	0,17ns
MO	0-20	0,45ns	0,48**	0,29ns	-0,26ns	0,30ns	0,62*
	20-40	0,58*	0,64*	0,69*	0,06ns	0,09ns	0,52**
	40-60	0,16ns	0,21ns	-0,04ns	-0,04ns	-0,27ns	0,07ns
V%	0-20	0,18ns	0,13ns	0,04ns	-0,45ns	-0,05ns	-0,22ns
	20-40	0,20ns	0,21ns	0,14ns	-0,26ns	-0,00ns	-0,30ns
	40-60	0,23ns	0,41ns	0,19ns	0,06ns	-0,41ns	-0,55ns
Na	0-20	-0,57*	-0,58*	-0,71*	-0,34ns	-0,26ns	-0,22ns
	20-40	-0,17ns	0,09ns	-0,23ns	-0,21ns	-0,24ns	-0,39ns
	40-60	-0,81*	-0,77*	-0,76*	-0,15ns	-0,12ns	-0,73*
SB	0-20	0,32ns	0,31ns	0,19ns	-0,49**	-0,06ns	-0,01ns
	20-40	0,22ns	0,25ns	0,28ns	-0,21ns	0,00ns	-0,21ns
	40-60	0,24ns	0,37ns	0,24ns	-0,07ns	-0,30ns	-0,54ns
CTC	0-20	0,33ns	0,33ns	0,21ns	-0,48**	-0,07ns	0,01ns
	20-40	0,20ns	0,25ns	0,28ns	-0,18ns	-0,03ns	-0,20ns
	40-60	0,19ns	0,29ns	0,22ns	-0,07ns	-0,22ns	-0,53**

Em que: * = significativo a 5% de probabilidade. ** = significativo a 10% de probabilidade. ns = não significativo. Prof = profundidade. DAP = diâmetro a 1,30 m. Ht = altura total. Bs T = biomassa do tronco. Bs G = biomassa dos galhos. Bs F = biomassa das folhas. Bs R = biomassa das raízes.

O pH apresentou correlação não significativa, apresentando valores positivos e negativos (inferiores a 0,45), com todas as variáveis de produção nas três profundidades avaliadas. Apesar de o pH influenciar diretamente no crescimento da Teca (CASTELLANOS, 2006; MOLLINEDO GARCIA, 2003), no presente estudo, seus efeitos não se manifestaram na fase jovem no crescimento em diâmetro e altura total da Teca.

Pelissari (2012), para um povoamento de Teca aos 24 meses de idade, obteve correlação negativa não significativa entre o pH (0-20 cm de profundidade) e a altura total e positiva fraca com o DAP. Já Mollinedo Garcia (2003), em um povoamento de Teca no Panamá, com idade de 7 a 72 meses, obteve correlações moderadas entre o pH e a altura total e forte com o DAP.

O potássio (K) apresentou correlação significativa positiva somente com o DAP (40-60 cm) e Ht (20-40 cm), enquanto que o Ca se correlacionou significativa e positivamente com o DAP e Ht na profundidade de 40-60 cm. Pelissari (2012), em povoamento jovem de Teca não encontrou correlação significativa entre o teor de K do solo e o DAP, Ht e área basal na profundidade de 0-20 cm.

Porém, o autor supracitado observou que em povoamento mais velho (10 anos), a correlação entre o teor de K e o DAP e Ht foi significativa com valor de $r= 0,61$. De acordo com Alvarado (2006) entre os requisitos nutricionais da Teca, o K está em primeiro lugar, todavia, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que em fase jovem a Teca não é tão exigente quanto a sua disponibilidade, o que também foi observado pelo autor supracitado.

Pelissari (2012), obteve correlação positiva significativa moderada entre o teor de Ca (profundidade de 0-20 m) com o DAP, Ht e área basal da Teca. Considerada por Pelissari et al. (2012) como calcítica, a Teca é muito eficaz quanto à concentração de Ca (Márquez et al., 1993), fazendo do seu fuste um depósito deste nutriente, o qual se amplifica de acordo com a idade.

Os teores de magnésio (Mg) tiveram correlação negativa significativa com o DAP, Ht e biomassa radicular (20-40 cm), biomassa dos galhos (0-20 cm) e com o DAP e biomassa radicular na profundidade de 40-60 cm. Pelissari (2012) obteve correlações significativas fracas a moderada entre o DAP, Ht e área basal da Teca, com procedimento variável de acordo com a idade.

O Ca+Mg apresentou correlação significativa positiva somente na profundidade de 40-60 cm com a biomassa radicular. Entretanto, a Ca/Mg apresentou correlação positiva

significativa com o DAP e Ht nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm. Estes resultados indicam que a Teca pode ter seu crescimento em DAP e Ht mais prejudicado pela Ca/Mg do que o Ca+Mg. A Ca/Mg do corretivo a ser utilizado é um ponto importante para as culturas, pois em uma mesma dose de calcário aplicado com diferentes relações podem levar a resultados de produção diferentes (NOVAIS et al., 2007).

O teor de alumínio (Al) apresentou correlações positiva significativa somente com a biomassa dos galhos (profundidade 0-20 cm). Pelissari (2012) observou correlação negativa significativa crescente entre o teor de Al e o DAP de acordo com a idade. Mollinedo Garcia (2003) define a Teca como uma espécie sensível a acidez no solo sob a forma de alumínio trocável.

Já a acidez potencial (H+Al) apresentou correlação positiva significativa na primeira profundidade com o DAP, Ht, biomassa do tronco e biomassa radicular. Na profundidade de 20-40, a correlação positiva significativa foi somente com a biomassa do tronco e radicular. As correlações positivas significativas encontradas neste estudo entre o teor de Al e a acidez potencial e as variáveis de produção, podem estar relacionadas ao fato do que em baixos teores, estes atributos químicos do solo não interferem no desenvolvimento da Teca.

A matéria orgânica (MO) apresentou coeficientes positivos significativos com a Ht e biomassa radicular (0-20 cm) e com o DAP, Ht, biomassa do tronco e radicular (20-40 cm). Resultados positivos entre a MO e o DAP, Ht e área basal da Teca foram encontrados por Pelissari (2012). De acordo com novais et al. (2007), a matéria orgânica atua como fonte de nutrientes para as plantas, principalmente N, S e P, além de contribuir com a CTC.

Os teores de Saturação por bases (V%), soma de bases (SB) apresentaram correlação positivas e negativas não significativas com todas as variáveis de produção correlacionadas para as três profundidades avaliadas. Enquanto que a CTC apresentou correlação negativa significativa com a biomassa do tronco (0-20 cm) e biomassa radicular (40-60 cm).

Os teores de sódio (Na) apresentaram correlações negativas significativas com o DAP, Ht e biomassa do tronco nas profundidades de 0-20 e 40-60 cm, e com a biomassa radicular na profundidade de 40-60 cm. A salinidade no solo não é comum na região de estudo, sendo uma condição de regiões áridas e semiáridas (HOLANDA et al., 2007). Entretanto, as plantas podem estar absorvendo este cátion devido a pouca disponibilidade da Ca e Mg no solo. De acordo com Novais et al. (2007) a quantidade de certo nutriente absorvido pelas plantas é influenciada pela concentração de outros nutrientes presentes no solo. O sódio causa nas

plantas um efeito osmótico, induzindo a uma condição de estresse hídrico e ao efeito tóxico direto, principalmente sobre os sistemas enzimáticos e de membranas (CRUZ et al., 2006).

Pelissari (2012) pode observar que as correlações entre os atributos químicos do solo com o DAP, Ht e a área basal da Teca aumentam de acordo com a idade, não observando altas similaridades entre o DAP e Ht da Teca aos dois e aos três anos de idade com os atributos químicos do solo. O autor destaca que na fase jovem, o desenvolvimento da Teca é mais associado às práticas de implantação, como o preparo do solo e disponibilidade de espaçamento. De acordo com Gonçalves et al. (2000), a quantidade de exportação de nutrientes pelas árvores neste período é pequena, sendo que somente após a adaptação, há acréscimo de acúmulo de nutrientes, com elevadas taxas de absorção, relacionando diretamente com a idade.

3.4 CONCLUSÃO

O diâmetro e a altura total apresentaram as maiores correlações positivas com Ca/Mg, H+Al, MO e Ca e negativas com o Na.

A biomassa do tronco com casca apresentou maiores correlações positivas com o Ca, H+Al e MO e negativas com o Na.

A biomassa dos galhos apresentou maior correlação positiva com o H+Al e negativa com a SB e CTC. Enquanto que, a biomassa das folhas apresentou correlações não significativas com todos os atributos químicos do solo.

A biomassa radicular apresentou maior correlação positiva com a acidez potencial e negativa com o Mg.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKYEAMPONG, E.; HITIMANA, L.; TORQUEBIAU, E.; MUNYEMANA, P. C. Multistrata agroforestry with beans, bananas and *Grevillea robusta* in the highlands of Burundi. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 35, n. 3, p. 357–369, 1999.
- ALVARADO, A. Nutricion y Fertilizacion de La teca. **Centro de Investigación Agronómica**, San José, 2006.
- BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Geneis, p. 328, 2004.
- BRAUWERS, L. R. **Interceptação da radiação solar, crescimento e produção dos componentes de sistema agroflorestal**. FAMEV. 2004. 58f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) FAMEV/UFMT Cuiabá, 2004.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n. 1, p. 147-157, 2009.
- CASTELLANOS, A. F. R. **Efecto del establecimiento de plantaciones forestales de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en áreas de potrero sobre las características del suelo en Petén, Guatemala**. 2006. 105f. Dissertação (Mestrado em Agroforestería Tropical) – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 2006.
- COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1185-1191, 2006.
- COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V. de. Melhoramento de espécies alternativas para o Centro-Oeste – Teca, In: WORKSHOP SOBRE MELHORAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS E PALMÁCEAS NO BRASIL, 2001, Colombo. [Anais] Colombo: Embrapa Florestas (Embrapa Florestas, Documentos, 62), p163-167, 2001.
- CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; COELHO, E. F.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, A. Q. de.; QUEIROZ, J. R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujero-amarelo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 275-284, 2006.
- EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2.ed, 212p, 1997.
- FONSECA, G. W. **Manual para produtores de Teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica**. Heredia, p.115, 2004.
- GARCIA, M. L. **Intensidade de desbaste em um povoamento de *Tectona grandis* L.f., no município de Sinop – MT**. 2006. 45f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

GOMES, J. E.; MACEDO, R. L.G.; ARAÚJO, H. B.; INÁCIO JUNIOR, C.E.; CARVALHO, E.; Estabelecimento da *Tectona grandis* L.f (TECA) introduzida em área de Cerrado sob diferentes espaçamentos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n.06, 2005.

GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 01-57, 2000.

GONZÁLEZ, W. F. **Manual para productores de Teca** (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica. Heredia, Costa Rica, p. 121, 2004.

GONZÁLEZ, S. A. S. **Relación del suelo con el crecimiento inicial y contenido foliar de teca** (*Tectona grandis*), y adaptación de leguminosas para control de arvenses bajo un sistema fertirriego en Campeche, México. 2010. 90f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Ecológica) – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2010.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007.

JIMÈNEZ, E.; LANDETA, A. Producción de biomassa y fijación de carbono em plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn F.) Campus Prosperina- ESPOL. Disponível em <<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5131>>. Acesso em: 02/agos/2015.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. A.; VERNEQUE, R. da S. V.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 668-675, 2005.

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. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 61-69, 2005.

MÁRQUEZ, O.; HERNÁNDEZ, R.; TORRES, A.; FRANCO, W. Cambios en las propiedades físico-químicas de los suelos en una cronosecuencia de *Tectona grandis*. Turrialba, Costa Rica, v. 43, n. 1, p. 37-41, 1993.

MATRICARDI, W. A. T. **Efeitos dos fatores de solo sobre o desenvolvimento da teca** (*Tectona grandis* L. F.) cultivada na grande Cáceres - Mato Grosso. 1989. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

MOLLINEDO GARCIA, M. S. **Relación suelo-planta, factores de sitio y respuesta a la fertilización, en plantaciones jóvenes de teca** (*Tectona grandis* L. f.), en la zona Oeste, Cuenca del canal de Panamá. 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Agroforestería Tropical) – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2003.

MORAES, L. F. D. de.; CAMPELLO, E. F. de C.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Características do solo na restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas RJ. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 193-206, 2008.

MORETTI, M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A.; COSTA, R. B. da C.; RONDON NETO, R, M. MEDEIROS, R. A.; MELO e SOUZA, R, A. T. de. Crescimento inicial de plantas de teca em monocultivo e sistema Taumgya com milho em Figueiredo D'Oeste, Estado de Mato Grosso. **Scientia Forestalis**, Piracicaba , v. 42, n. 102, p. 267-277, 2014.

TROEH, F.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. DURVAL DOURADO NETO E MANUELLA NÓBREGA DOURADO (Tradução). Ed. Andrei, São Paulo, p. 19, 718 p. 2007.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, p.1017, 2007.

OMBINA, C. A. **Soil characterization for teak (*Tectona grandis*) plantations in Nzara District of South Sudan**. 2008. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Université des Sciences et Techniques de Masuku, Gabão, 2008.

PASSOS, C. A. M.; BUFULING JÚNIOR, L.; GONÇALVES, M. R. avaliação silvicultural de *Tectona grandis* L.f em Cáceres – MT, Brasil: Resultados Preliminares. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p.225-232, 2006.

PELLISSARI, A. L. **Silvicultura de precisão aplicada ao desenvolvimento de *Tectona grandis* L.f na região sul do Estado de Mato Grosso**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e ambientais) – Universidade Estadual do Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

PELLISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; SANTOS, V. S.; SANTOS, J. O. P dos. Correlação espacial dos atributos químicos do solo com o desenvolvimento da Teca em Mato Grosso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 247-256, 2012.

REIS, C. A. F.; PALUDZYSZYN FILHO, E. Estado da Arte de plantios com espécies florestais de interesse para o Mato Grosso.: EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Colombo, n. 215, 2011.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 322, 1999.

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

TRENTIN, A. B.; SALDANHA, D. L.; KUPPLICH, T, M.; TRNTIN, C. B. Caracterização dos plantios de eucalipto clonal e por semente a partir dos dados dendrométricos e do índice de

área foliar. Anais, XVII **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** – SBSR, João Pessoa, PB, 2015.

UGALDE ARIAS, L. A. **TEAK: new trends in silviculture, commercialization and wood utilization**. 1.ed. Cartago: International Forestry and Agroforestrt, 2013.

VAIDES LÓPEZ, E. E. **Características de sitio que determinan el crecimiento y productividad de teca (*Tectona grandis* L.f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala**. 2004. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciencias sobre Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad) – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2004.

VÁSQUEZ, W. C.; UGALDE, L. A. Rendimiento y calidad de sitio para Gmelina arbórea, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinatum* y *Pinus caribea* em Guanacaste. **Catie**, Turrialba, Costa Rica, n. 256, p. 40, 1995.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. F.; BENTES-GAMA, M. M.; LOCATELLI, M. Desempenho de teca (*Tectona grandis*) em plantio adensado no estado de Rondônia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Porto Velho, n. 56, p.18, 2008.

WANG, G.; CAO, F. Integrated evaluation of soil fertility in Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) agroforestry systems in Jiangsu, China. **Agroforestry Systems**, New York, v. 83, n.1, p.89–100, 2011.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A quantificação de biomassa e estoque de carbono com base no verdadeiro teor de carbono da *Tectona grandis* em distintos componentes é de grande importância para conhecimento do potencial da espécie em armazenar carbono. Como a espécie é geralmente utilizada para fabricação de moveis, o carbono permanece armazenado por mais tempo que produtos destinados para geração de energia e produção de papel e celulose.

A ferramenta estatística de correlação linear simples possibilita o estudo dos efeitos dos atributos químicos do solo no crescimento e produção da Teca. Para futuros trabalhos, recomenda-se a realização de análise foliar para uma avaliação complementar da fertilidade do solo, como também e a utilização de um maior número de amostras de solo para um resultado mais consistente.