



## Correlação entre atributos químicos do solo e variáveis produtivas de teca

Sueza BASSO<sup>1</sup>, Luciano Farinha WATZLAWICK<sup>1</sup>, Cristiano André POTT<sup>2</sup>,  
Kátia Cylene LOMBARDI<sup>1</sup>, Isabel HOMCZINSKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Florestal /UNICENTRO/Irati, Paraná, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia /UNICENTRO/Campus Cedeteg/ Guarapuava, Paraná, Brasil

\* E-mail: sz.basso@gmail.com

Recebido em novembro/2016; Aceito em agosto/2017.

**RESUMO:** A pesquisa objetivou correlacionar atributos químicos do solo com variáveis de produção em um povoamento de Teca implantado em sistema silvipastoril. O presente estudo foi executado no município de Alta Floresta, Estado de Mato Grosso, em uma área de Sistema Silvipastoril (SSP). O estudo foi realizado em uma área de 118 ha com mudas de Teca de origem clonal. Para caracterização da área de estudo e posterior seleção das unidades amostrais, foi realizado um inventário florestal por meio de amostragem sistemática. As variáveis avaliadas foram: diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (h), biomassa do tronco (BsT), galhos (BsG), folhas (BsF) e radicular (BsR). As bases apresentaram correlação positiva com o DAP, h, já o sódio (Na) e o magnésio (Mg) apresentaram correlação negativa com estas variáveis. A BsR e BsT correlacionaram-se positivamente com a acidez potencial e a Matéria orgânica (MO) e negativamente com o Sódio (Na) e magnésio (Mg) (somente com BsR e BsG). A adubação e a correção dos nutrientes do solo são muito importantes para o crescimento e desenvolvimento da teca, sendo que as quantidades desses nutrientes nas diferentes profundidades interferem no seu desenvolvimento.

**Palavra-chave:** *Tectona grandis*, fertilidade, silvipastoril, produção.

### Correlation in between the soil's chemical properties and the production variables of teca

**ABSTRACT:** The research aimed to correlate soil chemical attributes with production variables in a Teca settlement implanted in a silvipastoral system. The present study was carried out in the municipality of Alta Floresta, State of Mato Grosso, in an area of Silvipastoral System (SSP). The study was carried out in an area of 118 ha with Teca seedlings of clonal origin. For characterization of the study area and subsequent selection of the sample units, a forest inventory was carried out by means of systematic sampling. The variables evaluated were: diameter at breast height (DBH), total height (h), trunk biomass (BsT), twigs (BsG), leaves (BsF) and radicular (BsR). The bases showed a positive correlation with DBH, h, while sodium (Na) and magnesium (Mg) presented a negative correlation with these variables. The BsR and BsT correlated positively with potential acidity and organic matter (OM) and negatively with Na and magnesium (Mg) (BsR and BsG only). Fertilization and soil nutrient correction are very important for the growth and development of teak, and the quantities of these nutrients at different depths interfere with their development.

**Keywords:** *Tectona grandis*, fertility, silvipastoral, production.

### 1. INTRODUÇÃO

O Sistema silvipastoril (SSP) consiste em uma integração de animais e indivíduos lenhosos em uma mesma área, que pode ser utilizado como uma alternativa na recuperação de áreas degradadas. O SSP também contribui com o aumento da renda do produtor pela inclusão de espécies florestais em áreas de pastagens já estabelecidas, o qual agrega maior valor a propriedade (UGALDE ARIAS, 2013).

De acordo com Leme et al. (2005), o SSP incrementa a produtividade, promove a sustentabilidade do sistema, ciclagem de nutrientes, aporte de matéria orgânica, conservação do solo e da água, possibilitando também, melhorias nas propriedades físicas, químicas e atividades biológicas na superfície do solo, além, do conforto térmico dos animais.

Wang; Cao (2011) destacam que os sistemas que envolvam florestas apresentam maiores benefícios ecológicos e econômicos. Nesse contexto, plantios de Teca podem ser

uma opção para recuperar áreas degradadas, como também, diminuir a pressão sobre a floresta nativa.

A Teca é uma espécie florestal de grande porte com origem no Sudeste Asiático com capacidade de produzir madeira com alta durabilidade, resistência e beleza. É caracterizada como uma madeira tropical dura e de alta qualidade, que possui preços sólidos e crescentes no mercado nacional e internacional. A teca é muito utilizada em setores como de mobília de luxo, construções navais e esquadrias de alto padrão (MACEDO et al., 2005).

Segundo Ugalde Arias (2013), a implantação de povoamento de Teca em combinações com agricultura ou pastagens tem sido utilizada em vários países. Na América Central tem atraído vários investidores nos últimos anos (REIS; PALUDZYSZYN FILHO, 2011). No Brasil a Teca foi implantada na década de 70 no Estado de Mato Grosso, sendo hoje, o Estado com maior povoamento (SHIMIZU et al, 2007).

A espécie se desenvolve em vários tipos de solos, todavia, prefere solos de textura franco arenosos a argilosos (OMBINA, 2008). Mollinedo Garcia (2003) indica não cultivá-la em áreas com pH inferior a 5,5, pois influencia no seu crescimento, aumentando as concentrações de alumínio que influencia negativamente no seu desenvolvimento. Com relação as exigências nutricionais, a teca tem seu desenvolvimento influenciado pela disponibilidade de potássio, (MORAES et al., 2008), é considerada uma espécie calcítica (PELLISSARI et al. (2012) e necessita de baixas concentrações de magnésio e altas concentrações de alumínio trocável que pode influenciar negativamente no seu desenvolvimento (MOLINEDO GARCIA, 2003).

De acordo com Pelissari et al. (2012), o manejo da Teca, muitas vezes, é realizado com base em conhecimentos deficientes e inapropriados, o que dificulta estabelecer comparações entre os regimes de manejos adotados no mundo e as respostas das práticas silviculturais em locais com características edafoclimáticas distintas.

No Brasil, a espécie se adaptou bem, reduzindo radicalmente seu ciclo de corte em aproximadamente 55 anos (PELLISSARI et al., 2012). Entretanto, as informações sobre as suas exigências nutricionais são poucas e divergentes, sendo de suma importância a realização de pesquisas que gerem informações sólidas que ajudem natomadas de decisões no manejo desta espécie. Desse modo, este estudo teve por objetivo correlacionar atributos químicos do solo com variáveis de produção em um povoamento de Teca implantado em sistema silvipastoril.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo e seleção das unidades amostrais

O presente estudo foi executado no município de Alta Floresta, Estado de Mato Grosso, em uma área de Sistema Silvipastoril (SSP) com Teca pertencente à empresa florestal BACAERI FLORESTAL, disposta nas seguintes coordenadas geográficas 9°59' 6,82" S e 56°55'6,30" W, com altitude média de 222 m.

O clima da região é classificado, segundo Köppen, como Aw1, com temperatura média anual de 24 °C e precipitação entre 2.500 a 2.750 mm (FERREIRA, 2001). Os tipos de solos predominantes no município de Alta Floresta são os Argissolos Vermelhos Amarelos Distróficos, com a ocorrência em menor proporção de Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo (IBGE, 2006).

O estudo foi realizado em uma área de 118 ha composta por *Brachiaria brizanta* cv. Marandú, a qual tem sido destinada a pecuária de corte por aproximadamente 15 anos. Em 2012 foram implantados na área mudas de Teca de origem clonal (clones A3 de procedência das ilhas Salomão), para formação do SSP. As mudas foram implantadas em campo com cinco meses de idade, medindo 30 cm de altura. Os bovinos foram retirados da área no momento da implantação do povoamento florestal e novamente recolocados na área quando as mudas de Teca estavam com oito meses de idade.

A empresa realizou o plantio de Teca em fileiras simples com espaçamento de 20 m entre linhas e 3 m entre plantas. No solo, foi realizado o preparo apenas na faixa da linha de plantio das mudas (6 metros). Utilizou-se a grade aradora e subsolador florestal com haste de 70 cm (centímetros) para preparo do solo, seguido da calagem (calcário dolomítico -

PRNT 90%) na dose de 1.700 kg/ha<sup>-1</sup> (kilogramas por hectare) na faixa, incorporado na camada de 0-20 cm com auxílio de grade aradora. No plantio, foi aplicado 180 gramas por planta de pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) utilizando como fonte o superfosfato simples, sendo essa adubação à utilizadas pela empresa. Para o controle de plantas invasoras foram utilizados os herbicidas haloxifop-e-r éster metílico, glifosato e coroamento manual com enxada.

Para caracterização da área de estudo e posterior seleção das unidades amostrais, 27 meses após o plantio das mudas de Teca, foi realizado um inventário florestal por meio de amostragem sistemática. A amostragem consistiu na alocação de 30 parcelas temporárias contínuas de 60 x 20 metros (1.200 m<sup>2</sup>) contendo 20 árvores, com uma distância de 40 metros entre as parcelas, totalizando uma área de 3,6 ha com 600 indivíduos inventariados e um erro de amostragem de 11%.

Todos os indivíduos inventariados tiveram a circunferência à altura do peito (CAP, em centímetros) mensuradas com fita métrica para posterior cálculo e obtenção do diâmetro à altura do peito (DAP), além disso, tiveram a altura total (h, em metros) medida com o auxílio de uma régua de sete metros graduada de 20 em 20 cm, sendo esta a sua primeira medição. Do total de árvores inventariadas selecionou-se, aleatoriamente, 10 árvores para coleta de solos e análise da biomassa posterior análises.

### 2.2. Coleta de solo

Coletou-se uma amostra de solo (composta) de cada uma das 10 árvores selecionadas (amostra), a uma distância de 40 cm da base da planta, em quatro pontos diferentes (noroeste, sudeste, nordeste, sudoeste,). O solo foi coletado com o auxílio de um trado holandês, nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm.

Após a coleta, as amostras de solos foram misturadas, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificadas e secas ao ar livre para posterior transporte ao laboratório de solos da UNICENTRO – *Campus* de Irati. No laboratório as amostras foram secas em estufas de ventilação forçada a uma temperatura constante de 40°C, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm para posterior análise química. A amostras foram submetidas a análise laboratorial para determinação do pH (em CaCl<sub>2</sub>), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cálcio e Magnésio (Ca+Mg), relação cálcio e magnésio (Ca/Mg), Alumínio (Al), Hidrogênio e Alumínio (H + Al), Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P – solução de Mehlich), valores de saturação por bases (V), Sódio (Na), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC). Todos os métodos de preparo, tratamento e análise das amostras de solos foram realizados conforme método usual preconizado pela EMBRAPA (1997).

### 2.3. Coleta da biomassa

A determinação da biomassa acima (tronco, galhos e folhas) e abaixo (radicular) 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. 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.

A amostragem do tronco (madeira do tronco + casca) foi realizada por razão de proporcionalidade. Na amostragem dos galhos, quando os estes 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 centímetro. 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.

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.

#### 2.4 Tratamento estatístico dos dados

O tratamento estatístico dos dados descritivos do povoamento e das análises químicas de solo foram tabulados e apresentados através da estatística descritiva. Enquanto que, a Correlação Linear Simples (Pearson) foi realizada com o auxílio do software 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. RESULTADOS

Na Tabela 1, estão expostos valores médios, a amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) para as variáveis dendrométricas (DAP e h) do povoamento de Teca em estudo. A altura média do povoamento aos 27 meses após o plantio foi de 6,57 m, com DAP de 8,03cm.

Na Tabela 2 estão apresentados os dados de algumas pesquisas, referente a Teca (idade, DAP e h) em diferentes locais. De modo geral, os valores do DAP e h foram superiores aos observados por outros autores.

Na Tabela 3 estão retratados os valores médios encontrados para os atributos químicos do solo para as três profundidades avaliadas (0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm), seguidos de seus respectivos desvios padrão. Pode-se observar que os atributos químicos do solo, de modo geral, apresentaram baixa amplitude numérica, sendo que na profundidade de 0-20 cm foram encontrados os maiores

teores de bases, com pequeno decréscimo na profundidade de 20-40 cm.

De pose dos 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, h, biomassa do tronco com casca (c/c), biomassa dos galhos, biomassa das folhas e biomassa radicular) realizou-se 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 nas profundidades avaliadas (0-20; 20-40 e 40-60 cm) para o povoamento de Teca aos 27 meses de idade (Tabela 4).

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis dendrométricas diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (h) para um povoamento de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade implantados em sistema silvopastoril (SSP), no município de Alta Floresta, estado do Mato Grosso.

Table 1. Descriptive statistics of the dendrometric variables diameter at breast height (DBH) and total height (h) for a settlement of *Tectona grandis* at 27 months of age implanted in silvopastoral system (SSP), in the municipality of Alta Floresta, state of Mato Grosso.

Variáveis	DAP (cm)	h (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

### 4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo com relação ao DAP e h, provavelmente está relacionada ao fato das mudas serem clones, o que não foi informado nos outros estudos, entretanto, por se tratar de plantios mais antigos, julga-se que sejam de procedência seminal. Desse modo, Moretti 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 observaram maiores valores para as variáveis dendrométricas nas plantas clonais. Entretanto, vale destacar que muitas variáveis podem influenciar nesse resultado (clima, solo, genética, entre outros).

A incorporação de calcário no solo na profundidade de 0-20 cm durante o plantio das mudas de Teca, provavelmente é o motivo da maior concentração dos teores de bases trocáveis nesta profundidade, mesmo com o fato das plantas já terem extraído nutrientes. Enquanto que, o decréscimo na profundidade de 20-40 cm pode estar relacionado à maior exportação dos nutrientes nesta profundidade, pois de acordo com Fonseca (2004) as raízes de Teca se concentram nos primeiros 30 cm de profundidade do solo.

Tabela 2. Valores médios para as variáveis dendrométricas, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (h) para distintos povoamentos de *Tectona grandis*, seguido da idade do povoamento, localidade do estudo e seus respectivos autores.

Table 2. Mean values for the dendrometric variables, diameter at breast height (DBH) and total height (h) for different stands of *Tectona grandis*, followed by the age of the settlement, study site and their respective authors.

Idade	DAP (cm)	h (m)	Local	Autores
27 meses	8,03	6,57	Alta Floresta – MT	Presente Estudo
60 meses	11,2	7,49	Santo Antônio do Leverger – MT	Brauwiers (2004)
36 meses	2,89	2,10	Paracatu – MG	Macedo et al. (2005)
60 meses	14,14	9,96	Sinop – MT	Garcia (2006)
24 meses	5,21	4,5	Nossa Senhora do Livramento – MT	Pelissari et al. (2012)

Tabela 3. Médias dos atributos químicos do solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, de um povoamento de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade implantados em sistema silvipastoril (SSP), no município de Alta Floresta, estado do Mato Grosso.Table 3. Averages of soil chemical attributes at depths of 0-20, 20-40 and 40-60 cm, of a settlement of *Tectona grandis* at 27 months of age implanted in silvipastoral system (SSP), in the municipality of Alta Floresta, state of Mato Grosso.

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

em que: pH= potencial hidrogênico. K= Potássio. Ca= Cálcio. Mg= Magnésio. Ca+Mg= Cálcio e Magnésio. Ca/Mg= relação cálcio e magnésio. Al= Alumínio. H+Al= Hidrogênio e Alumínio. MO= Matéria Orgânica. P= Fósforo. V= valores de saturação por bases. Na= Sódio. SB=soma de bases. CTC=capacidade de troca de cátions. cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>= centimol por decímetro cúbico. g/dm<sup>3</sup>= grama por decímetro cúbico. mg/dm<sup>3</sup>= miligramas por decímetro cúbico. %= porcentagem.

Tabela 4. Correlação Linear Simples entre atributos químicos do solo com variáveis de produção de um povoamento de *Tectona grandis* aos 27 meses de idade implantados em sistema silvipastoril (SSP), no município de Alta Floresta, estado do Mato Grosso.Table 4. Simple Linear Correlation between soil chemical attributes with production variables of a settlement of *Tectona grandis* at 27 months of age implanted in silvipastoral system (SSP), in the municipality of Alta Floresta, state of Mato Grosso.

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

em que: \* = significativo a 5% de probabilidade. \*\*\* = significativo a 10% de probabilidade. ns = não significativo. Prof = profundidade. DAP = diâmetro à altura do peito. H = altura total. BsT = biomassa do tronco. BsG = biomassa dos galhos. BsF = biomassa das folhas. BsR = biomassa das raízes. pH = potencial hidrogênico. K = Potássio. Ca = Cálcio. Mg = Magnésio. Ca+Mg = Cálcio e Magnésio. Ca/Mg = relação cálcio e magnésio. Al = Alumínio. H+Al = Hidrogênio e Alumínio. MO = Matéria Orgânica. P = Fósforo. V = valores de saturação por bases. Na = Sódio. SB = soma de bases. CTC = capacidade de troca de cátions.

A matéria orgânica (MO) apresentou maior concentração na profundidade de 0-20 cm, com redução na profundidade de 20-40 cm e um pequeno acréscimo na profundidade de 40-60 cm. Dados da literatura indicam que no perfil 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; THOMPSON, 2007).

Os teores de pH encontrados nas três profundidades em estudo foram 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 para um bom desenvolvimento da espécie (MOLLINEDO GARCIA, 2003).

Para Bissani et al. (2004), as plantas podem se desenvolver normalmente em pH de até 4 desde que haja suprimento adequado de todos os nutrientes essenciais e sem a presença de elementos tóxicos. Entretanto, quando o pH se encontra na faixa de 6 a 6,5 há mais disponibilidade de nutrientes para as plantas (NOVAIS et al., 2007).

Em relação ao potássio (K), os teores médios encontrados foram superiores ao nível crítico de 0,01 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>3</sup> indicado por Mollinedo Garcia (2003). Segundo Moraes et al. (2008), o K atua nos processos metabólicos das plantas, sendo assim, a disponibilidade deste nutriente no solo pode influenciar no crescimento da Teca.

Os conteúdos médios de cálcio (Ca) encontrados foram inferiores aos indicados por Mollinedo Garcia (2003) (10 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>3</sup>). Os autores 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. O estudo, Ribeiro et al. (1999) considera os teores de Ca como médios, enquanto que o Mg foram considerados como bom.

A concentração média de magnésio (Mg) encontrada também esteve abaixo do recomendado por Mollinedo Garcia (2003). O autor considera que teores inferiores 5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> podem limitar o desenvolvimento da espécie. De modo geral, para a região onde foi realizado. Os teores de Ca+Mg foram de 3,6; 3 e 3,3 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> 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.

No que se refere ao alumínio trocável (Al), os teores médios obtidos foram inferiores ao teor máximo tolerável para a espécie (1,3 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>3</sup>) sugerido por Mollinedo Garcia (2003). De acordo com Novais et al. (2007), Mollinedo Garcia (2003) e Pelissari et al. (2012), o Al em altas concentrações, além de ser tóxicos as plantas, pode interferir na disponibilidade de outros nutrientes e interferir no desenvolvimento da cultura.

Já a acidez potencial (H+Al), foi inferior a 3 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, sendo considerada por Ribeiro et al. (1999) como acidez média para a região do estudo. A acidez potencial é muito importante sob o ponto de vista da correção dos solos ácidos, pelo fato de estar diretamente relacionada com a quantidade de calcário a ser utilizada na correção do solo (BISSANI et al., 2004).

Os teores médios de matéria orgânica (MO) encontrados neste estudo são considerados por Ribeiro et al. (1999) como muito baixo para a região de estudo. A presença de MO, principalmente nas camadas superficiais, onde estão concentradas as raízes da espécie, induz respostas positivas para o crescimento da Teca. De acordo com Novais et al. (2007), a MO influencia várias propriedades físicas do solo, tais como: a agregação e retenção de água, químicas (poder tampão, CTC, entre outros) e biológicas do solo (reserva metabólica de energia, decomposição de nutrientes em forma orgânica, entre outros).

O percentual de sódio (Na) trocável obtido com este estudo foi inferior a 6%, enquanto que a capacidade de troca de cátions (CTC) esteve entre 3,34 e 3,88 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>3</sup>. 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 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>3</sup>. 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.

Em relação a correlação das variáveis de produção avaliadas e atributos químicos do solo analisados, verificou-se que o pH apresentou correlação não significativa, positivas e negativas com todas as variáveis de produção nas três profundidades avaliadas, sendo estas inferiores a 0,45. Apesar de o pH influenciar diretamente no crescimento da Teca (MOLLINEDO GARCIA, 2003), no presente estudo, seus efeitos não se manifestaram na fase jovem no crescimento de DAP e h da Teca.

Pelissari et al. (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 h 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 h (20-40 cm), enquanto que o Ca se correlacionou significativa e positivamente com o DAP e h na profundidade de 40-60 cm. Pelissari et al. (2012), não encontrou correlação significativa entre o teor de K do solo e o DAP, h e área basal na profundidade de 0-20 cm. Mas, os autores supracitados observaram que em povoamento mais velho (10 anos), a correlação entre o teor de K e o DAP e h foi significativa com valor de  $r = 0,61$ . Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que em fase jovem a cultura não é tão exigente quanto a sua disponibilidade de K.

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

Os teores de magnésio (Mg) tiveram correlação negativa significativa com o DAP, h 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 et al. (2012) obtiveram correlações significativas fracas a moderada entre o DAP, h 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 h nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm. Estes resultados indicam que a Teca pode ter seu crescimento em DAP e h 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 na profundidade 0-20 cm. Pelissari et al. (2012) observaram 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, h, 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 de 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 h e biomassa radicular (0-20 cm) e com o DAP, h, biomassa do tronco e radicular (20-40 cm). Resultados positivos entre a MO e o DAP, h e área basal da Teca foram encontrados por Pelissari et al. (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, h 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. Para 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 et al. (2012) observaram que as correlações entre os atributos químicos do solo com o DAP, h e a área basal da Teca aumentam de acordo com a idade, não observando altas similaridades entre o DAP e h da Teca aos dois e aos três anos de idade com os atributos químicos do solo. Os autores destacam que na fase jovem, o desenvolvimento da cultura é

mais associado às práticas de implantação, como o preparo do solo e o tipo 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.

## 5. CONCLUSÕES

A teca tem maior crescimento em DAP e h em solos que apresentam maiores quantidades de K, Ca, Ca/Mg, H+Al e MO e menores quantidades de Mg e Na. A biomassa do tronco aumenta em solos com maior concentração de H+Al e MO e menores teores de Na, a biomassa dos galhos aumenta em solos com mais concentrações de Al e menor teores de Mg, SB e CTC e a biomassa radicular apresenta maiores quantidades em solos com elevada acidez potencial e MO e baixa quantidade de Mg, Ca/Mg, Na e CTC.

A adubação e a correção dos nutrientes do solo são muito importantes para o crescimento e desenvolvimento da teca, sendo que as quantidades desses nutrientes nas diferentes profundidades interferem no seu desenvolvimento. Por isso, antes do plantio da teca deve-se realizar a análise do solo para que seja feito a correção para um melhor aproveitamento dos nutrientes pela espécie.

## 6. AGRADECIMENTOS

A fazenda Bacaeri Florestal pela disponibilidade da área de estudo.

## 7. REFERÊNCIAS

- BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Geneis, 2004. 328 p.
- 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.
- 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000200009>
- EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2.ed, p.212, 1997.
- FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus Municípios**. Cuiabá: Secretaria de Estado da Educação, 2001. 365 p.
- FONSECA, G. W. **Manual para produtores de Teca (*Tectona grandis* L. f) em Costa Rica**. Heredia, 2004. 115 p.
- 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.
- 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. 1-57, 2000.
- GONZÁLEZ, W. F. **Manual para produtores de Teca** (*Tectona grandis* L. f.) em Costa Rica. Heredia, Costa Rica, 2004. 121 p.
- 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.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartogramas/r-elevo.html>>. Acesso em: 29/abr/2016.
- 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**, Lavras, v. 29, p. 668-675, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000300023>
- 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. **Cernea**, 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 crono secuencia de *Tectona grandis*. **Turrialba**, v. 43, n. 1, p. 37-41, 1993.
- MOLLINEDO GARCIA, M. S. **Relación suelo-planta, factores de sitio y respuesta a la fertilización, en plantaciones jóvenes de teca** (*Tectona grandis* L. f.), em 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**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 193-206, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098457>
- 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.
- 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, 2007, 1017 p.
- 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.
- 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.
- PELISSARI, 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.71.247>
- 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.
- SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H; OLIVEIRA, J. R. V. **Diagnóstico das plantações florestais em Mato Grosso**. Cuiabá: Imea, 2007.
- TROEH, F.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. DURVAL DOURADO NETO E MANUELLA NÓBREGA DOURADO (Tradução). Ed. Andrei, São Paulo, p. 19, 2007, 718 p.
- UGALDE ARIAS, L. A. **TEAK: new trends in silviculture, commercialization and wood utilization**. 1.ed. Cartago: International Forestry and Agroforestrt, 2013.
- WANG, G.; CAO, F. Integrate devaluation 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. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9399-y>