

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA EM TECA
SOB CONDIÇÕES DE CAMPO**

LILIAN GUIMARÃES DE FAVARE

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – *Campus* de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Ciência Florestal.

BOTUCATU-SP

Dezembro – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA EM TECA
SOB CONDIÇÕES DE CAMPO**

LILIAN GUIMARÃES DE FAVARE

Orientador: Prof. Dr. Iraê Amaral Guerrini

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – *Campus* de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Ciência Florestal.

BOTUCATU-SP

Dezembro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO- BOTUCATU (SP)

F272a Favare, Lilian Guimarães de, 1985-
Adubação fosfatada e potássica em teca sob condições de
campo / Lilian Guimarães de Favare. - Botucatu: [s.n.],
2013
viii, 53 f. : il., color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Iraê Amaral Guerrini
Inclui bibliografia

1. Teca (Arvore). 2. Solos - Fertilidade. 3. Plantas -
Nutrição. 4. Crescimento (Plantas). I. Guerrini, Iraê
Amaral. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mes-
quita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônômicas de Botucatu. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

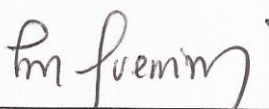
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA EM TECA SOB CONDIÇÕES DE CAMPO”

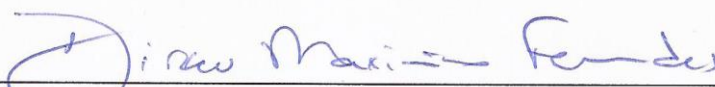
ALUNA: LÍLIAN GUIMARÃES DE FAVARE

ORIENTADOR: PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. IRAÊ AMARAL GUERRINI



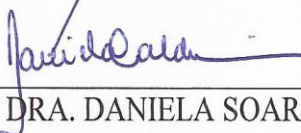
PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES



PROFA. DRA. CLARICE BACKES



PROF. DR. RODRIGO DE MENEZES TRIGUEIRO



PROFA. DRA. DANIELA SOARES ALVES CALDEIRA

Data da Realização: 16 de dezembro de 2013.

DEDICO

Aos meus pais Moisés Aparecido de Favare e Gleide Selma Guimarães Costa de Favare

A meu querido e amado irmão Henrique Guimarães de Favare

Ao meu namorado Julio Cesar Ferreira Elias

Aquele que deseja receber da vida o melhor, precisa primeiramente...

Dar à vida o melhor de sim mesmo.

Quem aprecia ouvir palavras de otimismo precisa antes...

Falar de otimismo pra os outros.

Aquele que deseja receber vibrações positivas das pessoas...

Carece de pensar melhor sobre a vida alheia.

Quem necessita de auxílio precisa desferrujar os braços...

Auxiliando o próximo.

Quem almejar ser amado tem antes o dever de amar.

Quem sente necessidade de perdão precisa ser o primeiro a perdoar.

Quem intenciona o progresso deve primeiramente...

Progredir em trabalho e conhecimento.

José Carlos De Lucca

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por todas as oportunidades a mim concedidas.

À Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À empresa Companhia do Vale do Araguaia, pelo apoio ao projeto.

Ao professor Dr. Iraê Amaral Guerrini, pelo apoio e orientação.

Aos membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões.

À minha família, pelo incentivo e orgulho sempre demonstrados durante minha vida estudantil.

Às minhas amigas Ana Carolina Barbosa Kummer, Susiane de Moura Cardoso, Françoise Lima Ribeiro, Grasiela Spada, Mariângela Brito Freiburger, Débora de Oliveira Latorre, Luciana de Arruda Garcia, Marina Mouzinho Carvalho e Paula Nepomuceno Costa, pela ajuda, companheirismo, pela convivência, e claro, pelas farras.

E a todos que de alguma forma deram sua contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1. A espécie.....	5
4.2. Aspectos Econômicos.....	6
4.3. Condições edafoclimáticas.....	9
4.4. Desenvolvimento e Requerimentos nutricionais.....	10
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
5.1. Localização.....	13
5.2. Descrição de clima e solo.....	13
5.3. Implantação dos experimentos e tratos culturais.....	15
5.4. Parâmetros avaliados.....	16
5.4.1. Análise quantitativa de crescimento, desenvolvimento e sobrevivência.....	16
5.4.2. Análise química de tecido vegetal.....	17
5.5. Forma de análise dos resultados.....	18
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
6.1. Crescimento e desenvolvimento das plantas de teca.....	19
6.2. Sobrevivência.....	30
6.3. Análise foliar das árvores de teca.....	33
7. CONCLUSÕES.....	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Dados pluviométricos do município de Água Boa/ MT, durante o período de avaliação do experimento.....	14
2. Vista do experimento de teca após implantação.....	15
3. Vista geral das árvores de teca aos 30 meses após plantio.....	16
4. Medição de altura das árvores de teca aos 18 meses de idade.....	17
5. Moagem das folhas para análise química do tecido vegetal.....	18
6. Incremento corrente nos semestres de avaliação de altura das árvores de <i>Tectona grandis</i> L.f. até os 30 map aos tratamentos de interações P x K.....	24
7. Incremento corrente aos 18, 24 e 30 meses após plantio (map) de avaliação de DAP das árvores de <i>Tectona grandis</i> L.f., em resposta aos tratamentos de interações P x K.....	29
8. Sobrevivência de árvores de <i>Tectona grandis</i> L. f. aos 30 map em função dos tratamentos.....	32

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Análise química e granulométrica do solo antes da aplicação dos tratamentos.....	14
2. Altura das plantas de teca (m) durante o experimento até os 30 map, em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	20
3. Análise do incremento corrente semestral em altura das árvores de <i>Tectona grandis</i> L.f. até os 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	23
4. Diâmetro a altura do peito (DAP) das plantas de teca (cm) durante o experimento até os 30 map, em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	25
5. Análise do incremento corrente semestral em DAP das árvores de <i>Tectona grandis</i> L.f. até os 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	28
6. Análise de sobrevivência das árvores de teca aos 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett...	31
7. Análise foliar de árvores de teca até 6 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	34
8. Desdobramentos da análise de variância (teores foliares) em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey aos 6 map.....	36
9. Análise foliar de árvores de teca aos 12 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	38
10. Análise foliar de árvores de teca aos 18 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	40
11. Análise foliar de árvores de teca aos 24 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	42
12. Análise foliar de árvores de teca aos 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.....	43

1. RESUMO

A teca está entre as espécies florestais mais plantadas nos países tropicais por apresentar uma das madeiras mais valiosas e apreciadas no mundo. Entretanto, pouco se sabe sobre as necessidades nutricionais da teca, sendo o manejo da adubação um dos fatores limitantes para seu cultivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da *Tectona grandis* L.f. em relação à interação dos fatores nutricionais de P e K em condições de campo. O experimento foi conduzido a campo na Fazenda São Tomaz, de propriedade da Companhia do Vale do Araguaia – Água Boa/MT. Este, sob delineamento em blocos ao acaso, com 11 tratamentos e 4 repetições, em esquema fatorial 3x3 (P = 90, 180 e 360 g de P₂O₅ planta⁻¹; K = 35, 70 e 140 g de K₂O planta⁻¹), mais um tratamento adicional (P = 0 + K = 70 g de K₂O planta⁻¹) e testemunha com calcário (elevação de V% = 70%). A espécie é mais exigente ao fósforo em relação ao potássio, quando aplicados no plantio. Para as condições a campo estudadas (adubação base: N= 90 g planta⁻¹ e V%= 70), recomenda-se a adubação de 90 g planta⁻¹ de P₂O₅ e 70 g planta⁻¹ de K₂O na época de plantio.

Palavras-chave: *Tectona grandis* L.f.; fertilidade do solo; nutrição mineral; crescimento.

PHOSPHORUS FERTILIZATION AND POTASSIUM IN TECA UNDER FIELD CONDITIONS. Botucatu, 2013. 61 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Lilian Guimarães de Favare

Adviser: Iraê Amaral Guerrini

2. SUMMARY

Teak is among the most planted tree species in tropical countries by presenting the most valuable and prized woods in the world. However, little is known about the nutritional needs of teak and handling of manure, limiting the cultivation. The objective of this work the development of *Tectona grandis* L.f. regarding the interaction of nutritional factors of P and K in field conditions. The experiment was conducted under field conditions in São Thomaz Farm, owned by Companhia Vale do Araguaia – Água Boa/MT. It, under randomized block design with 11 treatments and 4 replications in a factorial 3 x 3 (P = 90, 180 and 360 g plant⁻¹ of P₂O₅; K = 35, 70 and 140 g plant⁻¹ of K₂O), an additional treatment (P = 0 + K = 70 g plant⁻¹ of K₂O) and control with limestone (V% = 70%). The species is more demanding when compared to phosphorus to potassium, applied at planting. For the specific field conditions (base fertilization: N = 90 g plant⁻¹ and V = 70%), recommend 90 g plant⁻¹ of P₂O₅ and 70 g plant⁻¹ of K₂O at planting.

Keywords: *Tectona grandis* L.f.; soil fertility, mineral nutrition; growth.

3. INTRODUÇÃO

A grande demanda por madeira de qualidade impulsiona o setor florestal a investir em pesquisas voltadas a introdução de novas espécies madeireiras, pois há tempos, os estudos com espécies nativas não apresentam desempenho satisfatório ao setor, com isso, vêm perdendo espaço para as espécies exóticas que ganham importância no aspecto econômico florestal. A *T. grandis* conquistou o mercado econômico brasileiro devido seu grande porte, rusticidade e principalmente pela qualidade de sua madeira considerada nobre e de elevado valor comercial. Os investimentos correntes realizados pelas empresas florestais, segundo a ABRAF (2013), totalizaram 4,6 bilhões de reais, valor 60,9% superior aos investimentos efetuados no ano anterior.

Os plantios de teca sempre se limitaram aos países da Ásia Tropical, principalmente Índia, Myanmar e Tailândia, cujo objetivo era compensar o esgotamento das populações naturais exploradas de forma extrativista. Entretanto, há cerca de 100 anos, a teca começou a ser plantada em novas zonas tropicais, particularmente na África Ocidental, América Central e América do Sul, sobretudo no Brasil, com plantios de elevada densidade de indivíduos e rotações mais curtas (FIGUEIREDO et al., 2005).

No Brasil os plantios comerciais iniciaram-se no final da década de 60, implantados pela empresa Cáceres Florestal S.A., localizada em Cáceres/MT. As condições climáticas brasileiras são semelhantes aos países de origem da espécie. O solo

com melhor manejo de fertilidade e os tratos silviculturais mais adequados e intensos contribuíram para reduzir o ciclo de produção.

As maiores áreas plantadas com teca no país encontram-se nas regiões Norte e Centro-Oeste, representadas pelos estados do Pará, Roraima e Mato Grosso (70% da produção nacional de teca), os quais apresentaram crescente aumento nos plantios quando comparados aos anos anteriores a 2012 (ABRAF, 2013).

Aliado às características adequadas do Brasil ao cultivo destas árvores, há a ocorrência de áreas agrícolas de constante exploração e má conservação, predispondo a atividade de reflorestamento (puro ou em sistema de integração) como opção de recuperação de solo com retorno econômico. Nos últimos anos as pesquisas florestais para esta região vêm sendo direcionadas para estudos sobre a silvicultura, com destaque para a nutrição, desbaste e espaçamento entre plantas, controle de pragas e doenças.

Ainda são poucos os trabalhos realizados sobre nutrição e adubação de teca. Segundo Favare (2010), essa espécie é altamente responsiva à adubação fosfatada e calagem no momento do plantio, mas ainda faltam testes sob condições de campo. A falta de esclarecimento quanto às necessidades nutricionais dessa espécie é fator limitante para o seu cultivo, principalmente quanto à produção de madeira que tem alto potencial de crescimento no país. O sucesso da espécie é prejudicado quando o assunto é o déficit nutricional e déficit hídrico, estes podem barrar o desenvolvimento da cultura, principalmente em solos marginais. Visto o potencial desta espécie e a escassa existência de informações sobre o assunto, este trabalho objetivou avaliar a resposta da teca em relação aos fatores P e K e suas doses e combinações em condições de campo.

4. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

4.1. A espécie

A teca (*Tectona grandis* L.f.), pertencente à família Lamiaceae, é uma das cinco espécies do gênero *Tectona* (SCHUBERT, 1974) (*T. australis* Hill 1862, *T. hamiltoniana* Wallich 1832, *T. philippinensis* Benthame Hooker 1876, *T. ternifolia* Buchanan 1838), e também é conhecida em outros países por: teak, may sak, teck. A palavra tectona é uma palavra portuguesa que provém do grego “tekton” e significa carpinteiro, e *grandis* em Latim tem o significado de nobre, sendo muito utilizada pelos carpinteiros (TEWARI, 1999).

Nativa das florestas tropicais do continente asiático, principalmente na Índia, Myanmar, Tailândia, entre outros, a teca é capaz de persistir até a fase clímax das florestas nativas, em contraste a outras, que como tal é enquadrada dentre as pioneiras. Possui, ainda, a característica de árvore caducifólia, onde durante o período de repouso vegetativo (época de inverno) as árvores perdem suas folhas e assim se apresentam até a mudança de estação.

É classificada como planta heliófita, pois ocupa com velocidade as clareiras abertas nas florestas tropicais (EMBRAPA, 2004). De rápido crescimento inicial, apresenta grande porte e pode alcançar 2,5 m de diâmetro à altura do peito (DAP) e até 30

m de altura segundo Matricardi (1989). Seu fuste é cilíndrico de baixa conicidade, casca gretada de cor marrom, com a peculiar característica de elevada resistência ao fogo.

Terceira espécie dentre as folhosas tropicais com maior área plantada no mundo, a teca fica atrás somente dos plantios de eucaliptos e acácias (BUFULIN, 2001). É cultivada para produção de madeira destinada à serraria (FIGUEIREDO, 2001). A madeira é muito valiosa pela qualidade e durabilidade, é muito estável por praticamente não empenar, possui pouca contração durante a secagem, e sua principal característica é a boa resistência a peso, tração e flexão (CENTENO, 2001).

Quando destinadas a obtenção de madeira para serraria, as plantações de teca apresentam rotação de plantios que variam de 20 a 25 anos de idade, porém, durante seu ciclo a madeira retirada nos desbastes, conhecida como teca jovem, apesar de seu pequeno diâmetro, apresenta consideráveis características físico-mecânicas, e já ganham mercado, principalmente destinadas à construção civil.

4.2. Aspectos Econômicos

Dentre os países produtores, o Brasil é destaque em plantação, silvicultura e produção de teca. Atualmente é o país com a maior área plantada desta espécie na América tropical, possuindo área total estimada em torno de 100 mil ha (AREFLORESTA, 2013), o que comprova a adaptação desta espécie às condições edafoclimáticas em várias regiões deste país.

No país, Mato Grosso é o estado com maior representação de plantio, destacando-se não só pela produção de madeira nobre, mas também por tecnologias envolvidas na produção desta espécie. Melhorias como a tecnologia silvicultural vêm seguindo o caminho semelhante ao sucesso do eucalipto no Brasil. Investimento em adequadas práticas de manejo como seleção de sítios, o uso de sementes geneticamente melhoradas, manejo do solo e de plantas invasoras, além de desbastes e desramas de forma apropriada pode elevar o potencial do incremento médio anual (IMA) a 25 a 35 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (SHIMIZU et al., 2007).

Estudos realizados por Chaves e Fonseca (1991) apresentaram IMA variável segundo as condições ambientais, com médias de 9 a 10 m³ ha⁻¹ano⁻¹, o qual foi inferior aos dados obtidos por Bufulin (2001), onde o incremento foi de 12 a 28 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ em Agudos-SP e 24 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ em Cáceres-MT. Tem ainda o contraste observado

no experimento desenvolvido por Oliveira (2003), onde o IMA variou de 7,6 e 24,5 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no estado do Acre.

Das plantações de teca estabelecidas no MT, 40% deram-se a partir do ano 2000, alavancadas principalmente por grupos de investimentos internacionais. No ano de 2010, a área total plantada nos estados de MT, PA e RR era de 65.440 ha (ABRAF, 2011); hoje esta área encontra-se em 67.329 ha (ABRAF, 2013). Estima-se que aproximadamente 50% dos plantios de teca do Mato Grosso estejam com idade superior a 10 anos e apenas 5% da área com idades superiores aos 18 anos (AREFLORESTA, 2013). Esse estado apresenta condições ambientais adequadas para o pleno desenvolvimento da teca, o que proporciona taxas de crescimento superiores às dos plantios da maioria dos países produtores dessa madeira (PASSOS et al., 2006).

A viabilidade dos reflorestamentos com teca está no retorno econômico e no processo de produção de madeira, o qual se encontra em constante inovação tecnológica. O investimento nesta espécie florestal tem como propulsor a crescente demanda pelo produto, as exigências legais de comercialização, a disponibilidade de áreas apropriadas ao cultivo, às adequadas condições edafoclimáticas, a disponibilidade de mão de obra (SANGUINO, 2009).

Sua madeira é procurada no mercado internacional atraída por suas características, como fibras retas, textura mediana, densidade de 650 kg m⁻³, e por possuir boa resistência em relação ao peso e estabilidade, já que praticamente não empena e pouco se contrai durante a secagem e às variações na umidade do ambiente, possibilitando estabelecer a teca como um padrão para avaliação das madeiras de todas as outras espécies (CARDOSO, 1991). Por essas qualidades peculiares possui alto valor quando comparada com outras espécies nobres, e possui mercado internacional garantido com demanda e preços sempre crescentes (BUFULIN, 2001).

Segundo manual descrito pela Cáceres Florestal (2006), durante o ciclo, as árvores da plantação deverão ser desbastadas, até que as remanescentes alcancem a dimensão programada para o corte final. O desbaste visa reduzir a população das árvores por área, assim ocorrendo a promoção de maior incremento em volume, com média do menor número de árvores possível, principalmente, quando a madeira é destinada a serraria, pois o ganho das árvores em diâmetro tem prioridade sobre o incremento em altura.

O primeiro desbaste ocorre quando a altura média das árvores dominantes (as 100 árvores mais altas ha^{-1}), alcançar oito metros. Nos melhores *sítios* essa altura é atingida aos três ou quatro anos; em *sítios* de qualidade inferior somente é alcançada aos cinco, seis ou mais anos. Considerando o espaçamento inicial comercialmente utilizado de 3,00 x 2,00 m, o primeiro desbaste deve ser sistemático, com intensidade de 50%, cortando-se cada árvore de diâmetro inferior à média geral e/ou as que estejam com defeitos como tortuosidade, bifurcação e quebradas. Os demais desbastes são definidos segundo o comportamento do IMA do diâmetro das árvores, de forma que esse incremento não sofra redução com a intervenção do desbaste. Por ocasião do corte final o diâmetro médio das árvores deverá ser de aproximadamente 50 cm (CÁCERES FLORESTAL, 2006).

A madeira retirada no desbaste das árvores começa a gerar volume significativo para a serraria a partir dos 7 anos, podendo produzir de blocos, tábuas, a painéis com inúmeras finalidades. Atualmente conhecida no Brasil como “teca jovem” (7 a 18 anos de idade), tem essa classificação para ser diferenciada da madeira em fase madura, cuja reputação internacional é garantida. Mesmo “jovem” essa madeira já possui características físico-mecânicas comparáveis às madeiras nobres brasileiras, como o mogno. Outro ponto favorável é o baixo custo de produção; seu metro cúbico custa em média 12,5% do valor total da árvore adulta (AREFLORESTA, 2013).

A árvore madura é amplamente utilizada na construção naval, no revestimento de pisos, construção de decks em casas a beira mar, gazebos para jardins e naturalmente em móveis modernos para áreas externas e internas. Seu preço no mercado sempre foi crescente, sendo que em 2004 já atingia a cifra de U\$ 800,00 m^3 de madeira em toras, e simplesmente serrada o preço de U\$ 2 mil, o que justificava seu plantio em nível comercial (COSTA; PARREIRA, 2004).

Segundo Schuhli e Paludzsyn Filho. (2010), o preço da madeira em tora e serrada subiu principalmente pela redução da oferta de madeira do sudeste da Ásia, agravada pelo aumento das medidas restritivas contra a atividade de madeireiras ilegais e restrições de importação e redução de cotas da Indonésia. Esse preço em realidade resultou no balanço entre as condições de demanda e a oferta de madeira do país.

Em 2010 os investimentos nos reflorestamentos com teca no Brasil eram motivos de reflexão cuidadosa. Atualmente, a perspectiva do montante de investimentos a ser realizado nos próximos anos (2013 a 2017) pode chegar a R\$ 6,0

bilhões; contudo, a maior parte dos investimentos previstos continua sendo direcionada às operações de plantio (R\$ 2,4 bilhões), correspondendo a 32,1% dos investimentos totais. É importante ressaltar que a região centro-oeste produz 0,7 milhão de m³ ano⁻¹ de teca (ABRAF, 2013).

4.3. Condições edafoclimáticas

Em solos florestais a fertilidade é influenciada por processos ecológicos naturais, em sua maioria, ambientes distróficos. A demanda por nutrientes das árvores é, muitas vezes, garantida pelas ciclagens biogeoquímica e bioquímica, bem como pelo desenvolvimento do sistema radicular em simbiose com as micorrizas. Sendo assim, tem-se que todos os nutrientes estão associados aos processos de ciclagem e encontram-se na forma orgânica (GONÇALVES et al., 2004).

A teca tem pleno desenvolvimento em grande variedade de solos, principalmente solos de textura franco-arenosa a argilosa, profundos e férteis (TANAKA et al., 1998; OMBINA, 2008). A qualidade de seu desempenho depende de muitos fatores, dentre eles, a boa drenagem relacionada à textura do solo, pois suas raízes são sensíveis à deficiência de oxigênio, sendo assim adequado à espécie solos com boa aeração. Barroso et al. (2005) e Favare (2010) confirmaram o grau de exigência da espécie principalmente quanto aos níveis de macronutrientes. A espécie também é muito exigente em teores de bases trocáveis do solo, principalmente Ca (FAVARE, 2012).

Segundo Matricardi (1989), alguns fatores de solo podem mascarar os efeitos negativos de outros, como é o caso da matéria orgânica (M.O) que em níveis elevados limita os efeitos tóxicos do alumínio e do pH baixo, a não ser em solos turfosos (terras pretas), que podem ser recomendados para o cultivo da teca. Weaver (1993) aponta que em regiões de relevo acidentado, solos com problemas de drenagem e altitudes maiores de 1000 m também influenciam o desempenho da espécie de forma negativa.

Esta característica de alta demanda por oxigênio leva a espécie a concentrar entre 65% a 80% de sua biomassa radicular fina nos primeiros 30 cm de solo, com a maior concentração entre 10 e 20 cm (WEAVER, 1993; KRISHNAPILLAY, 2000).

A teca tolera grande variedade de climas, porém, crescem melhor em condições tropicais moderadamente úmidas e quentes, apresentando melhor desenvolvimento em regiões onde a precipitação anual fica entre 1.250 e 2.500 mm,

temperatura mín. 13°C e máx. 43°C, e uma estação biologicamente seca (disponibilidade hídrica menor que 50 mm ao mês) de três a cinco meses (CÁCERES FLORESTAL, 2006).

Essa árvore não suporta sombreamento mesmo no período juvenil e, por esta razão, nos climas equatoriais com precipitação uniforme distribuídas durante o ano todo ela não se desenvolve bem. A estação seca bem definida é importante, pois se a mesma for atípica a árvore tende a ser dominada por espécies folhosas não caducifólias (FIGUEIREDO et al., 2005).

4.4. Desenvolvimento e requerimentos nutricionais

Ter conhecimento sobre as necessidades nutricionais das espécies florestais no cerrado é fundamental para compreender o desenvolvimento destas em solos não férteis deste bioma. Com base nesses conhecimentos, propôs-se a introdução de novas espécies no cerrado e, entre elas, as árvores de teca demonstraram demanda nutricional variável de acordo com a estação do ano e seu estágio de desenvolvimento.

Alvarado (2006) observou que a teca pode remover quantidades significativas de nutrientes, no entanto, pode crescer em solos relativamente inférteis com boa estrutura e drenagem. Segundo esse mesmo autor, as exigências nutricionais da teca estão na seguinte ordem: K> Ca> N> P> Mg, sendo que tais exigências aumentam com a idade da árvore. Ressalta-se que a maior exigência nutricional das árvores ocorreu aos 9 anos de idade, o que é esperado em plantações maduras.

Em estudo com *Araucaria augustifolia* (Bert.) O. Ktze, Simões e Couto (1973) verificaram que a omissão de N e P causou sérios prejuízos ao desenvolvimento desta árvore. A ausência de P, além de limitar o crescimento, provocou crestamento e morte de folhas e ramos e entre outras omissões de nutrientes o P também prejudicou o desenvolvimento radicular.

Dentre os trabalhos pioneiros com teca, o realizado por Laurie (1931) estudando a influência de Ca, K, P e pH do solo sobre essa espécie, em quatro localidades da Índia, verificou que os valores destes atributos dos solos observados para regiões com ocorrência natural de teca foram, em média, superiores àqueles das regiões onde a teca não ocorria, demonstrando a exigência nutricional da espécie.

Dentre os nutrientes mais requeridos pela espécie, o P é o mais demandado para o período inicial, segundo Favare (2010), e, considerando a dinâmica do P

nos solos de cerrado, sua baixa disponibilidade para as mudas é apontada, dentre os demais nutrientes, como a causa do não desenvolvimento inicial das culturas florestais, resultando em problemas futuros. Nas áreas onde os solos possuem elevada capacidade de fixação, a deficiência dos nutrientes é o fator de restrição do crescimento vegetal (SANCHEZ; SALINAS, 1981, citados por RESENDE et al., 1999).

Em quantidades adequadas, o P estimula o desenvolvimento radicular e é essencial para a boa formação da planta e incrementa a produção (RAIJ, 1991). Segundo este autor, a ausência de P nas plantas causa enrugamento (encarquilhamento) nas extremidades das folhas mais velhas e clorose leve, e de maneira geral, os sintomas de deficiência de P não são marcantes como os de N e K.

As espécies pioneiras *Schinus terebinthifolius* (aroeirinha), *Senna multijuga* (Cássio verrugosa) e *Senna macranthera* (fedegoso), as secundárias *Peltophorum dubium* (angico amarelo) e *Tabebuia chrysotricha* (ipê-tabaco), e as climáticas *Machaerium villosum* (jacarandá mineiro) e *Platycianus regnelli* (pau-pereira), de modo geral, apresentam crescimento reduzido com a omissão de P (em média, 64% do tratamento completo), sendo que as espécies clímax, as mais afetadas, apresentam níveis de crescimento comparáveis à testemunha, tanto aos 8 quanto aos 16 meses após o plantio (LIMA et al., 1997).

Fernandes et al, (2000) constataram, entre outras espécies, que a paineira foi aquela que apresentou a maior produção de biomassa seca da parte aérea, raiz e biomassa total em todas as doses de P, exceto na dose de 600 mg dm⁻³, a maior dose avaliada, enquanto que a aroeirinha e o jambolão não diferiam entre si quanto à produção de biomassa em todos os níveis de fertilização com P. Já para parâmetros de desenvolvimento, estes autores observaram que na ausência de P a paineira apresentou o maior crescimento em altura, e não diferiu entre as doses de nutrientes para diâmetro do caule, enquanto a aroeirinha e o jambolão tiveram comportamentos semelhantes entre si.

A teca quando submetida à adubação de plantio não responde ao potássio durante sua fase inicial (FAVARE, 2010). Esse nutriente não participa de compostos orgânicos e, portanto, não desempenha nenhuma função estrutural na planta. Porém, este é o maior agente osmótico catiônico celular, sendo responsável pelo controle estomático (EPSTEIN; BLOOM, 2005), e ainda atua de várias formas na fotossíntese. Segundo Marschner (1995), a deficiência deste nutriente causa o retardo do crescimento

das árvores, retranslocando-o para amadurecimento de folhas e caules gerando cloroses, necroses e consequente perda de área foliar.

Mudas com baixos teores de potássio apresentam como consequência baixo teor proteico, com acúmulo de compostos de baixo peso molecular, isto porque este macronutriente está envolvido na síntese de proteínas (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000). É absorvido na forma K^+ e é altamente móvel em todas as partes da planta, estando presente em maior abundância no citoplasma, tendo papel fundamental na regulação osmótica da célula e na ativação enzimática (MALAVOLTA et al., 1997).

A omissão de K causa enrugamento das folhas de *Myracrodruon urundeuva* (MENDONÇA et al., 1999), necrose nas bordas dos filódios mais velhos, prolongando-se pelas extremidades (SARCINELLI et al., 2004), avermelhamento da parte marginal para central do limbo e folhas necrosadas em híbridos e *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla* (SILVEIRA et al., 2002).

Venturin (1996) estudou as exigências nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes em plântulas de *Copaifera langsdorffii*, e observou que o N, P, Ca e Mg são nutrientes limitantes para o desenvolvimento da copaíba, e que outros como K, B e Zn têm pouca demanda pela árvore em períodos iniciais. Estudos realizados por Silva et al. (1997) também confirmam que os efeitos relativos ao K são muito pequenos, inexistentes e até mesmo depressivos para o crescimento inicial de certas espécies florestais. O mesmo foi observado por Favare (2010) com relação à adubação potássica em mudas de teca.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização

O experimento foi instalado a campo, na Fazenda São Tomaz, de propriedade da empresa Companhia Vale do Araguaia, localizada na cidade de Água Boa/MT, coordenadas 14°03'00''S e 52°09'31''W de Greenwich e altitude de 430 m. A escolha deste município baseou-se no fato de ser representativo dos sistemas de produção de teca àquela região norte mato-grossense, onde já existem várias unidades implantadas e em plena atividade operacional desta empresa.

5.2. Descrição de clima e solo

O município de Água Boa - MT tem classificação climática pelo método de Köppen como sendo Aw. Clima tropical, com verão chuvoso e inverno seco. O regime pluviométrico é caracterizado por um período de seca, de maio a agosto, e um período de chuva, de setembro a abril. A precipitação anual tem sido em torno de 2.000 mm, com um veranico que ocorre geralmente em fevereiro, como o ocorrido no período de avaliação do experimento (Figura 1). A temperatura média anual é de 32°C, com correntes de ar frio vindos da região sul do país nos meses de junho a agosto (EMBRAPA, 2006).

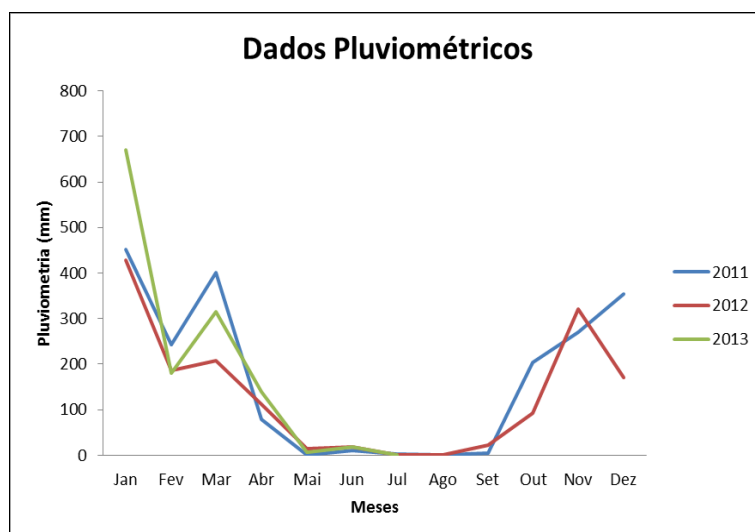


Figura 1. Dados pluviométricos do município de Água Boa/ MT, durante o período de avaliação do experimento.

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, de textura média, com as seguintes características: 34% de argila, 9% de silte e 57% de areia. Os Latossolos têm como característica sua estrutura física favorável à implantação florestal, de relevo plano, apresentam solos profundos e microestrutura muito forte no horizonte latossólico. A baixa fertilidade natural é facilmente corrigida por calagem e adubação adequada (SANTOS et al., 2006).

Anterior ao experimento, a área apresentava vegetação tipo capoeira e presença de pastagem nativa. Para a determinação das características químicas e granulométricas do solo realizou-se coleta de subamostras de solo de 20 pontos percorrendo toda a área ao acaso em ziguezague, retirando-as com um trado, e após serem homogêneas, retirou-se uma amostra composta que foi encaminhada ao laboratório, onde as análises foram realizadas de acordo com Raij et al. (2001) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo antes da aplicação dos tratamentos.

Profundidade cm	pH (CaCl ₂)	M.O g dm ⁻³	P (Resina) mg dm ⁻³	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	
0 – 20	4,4	14	5	39	1,0	19	7	26	65	
20 – 40	4,0	14	5	38	0,5	8	3	11	49	
Profundidade cm	V%	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
0 – 20	41	1	0,19	0,4	47	6,5	1,3	34	9	57
20 – 40	23	1	0,14	0,2	17	2,2	0,8	37	9	54

Observa-se na Tabela 1 que o solo utilizado possuía características de baixa fertilidade, com níveis baixos pra pH, P, SB, V% e B, nível médio para Cu e alto pra Ca, Fe, Mn e Zn, para o uso em cultivos florestais segundo Raij et al. (2001).

5.3. Implantação dos experimentos e tratos culturais

O preparo da área foi realizado com destoca, subsolagem (40 cm de profundidade nas linhas de plantio) e gradagem, com aplicação e incorporação do calcário em área total, 60 dias antes do plantio ($2,1 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico de PRNT = 80%) para elevar a saturação por bases a 70%, conforme Favare et al. (2012).

As mudas com 120 dias após semeadura, fornecidas pela empresa, foram plantadas em covas no dia 04 de janeiro de 2011, utilizando-se plantadeiras manuais tipo matraca, espaçamento convencional utilizado pela empresa (3,5 x 2,5 m), com parcelas que continham 16 plantas úteis mensuráveis e bordadura simples, totalizando 36 árvores parcela⁻¹ (Figura 2).



Figura 2. Vista do experimento de teca após implantação.

Visando quantificar os efeitos e a interação entre os fatores “fósforo” e “potássio”, foi planejado o experimento em delineamento de blocos ao acaso disposto em esquema fatorial com três níveis do fator “Fósforo” ($P = 90, 180 \text{ e } 360 \text{ g de } P_2O_5 \text{ planta}^{-1}$) e três níveis do fator “Potássio” ($K = 35, 70 \text{ e } 140 \text{ g de } K_2O \text{ planta}^{-1}$), somados a um tratamento adicional, escolhido pelo déficit hídrico da região ($P = 0 + K = 70 \text{ g de } K_2O \text{ planta}^{-1}$) e uma testemunha (Solo calcariado), resultando 11 tratamentos dispostos em quatro blocos, totalizando 44 parcelas homogêneas. Em cada tratamento,

exceto a testemunha calcariada, foi realizada a adubação de base com 90 g de N planta⁻¹ e a elevação da saturação por bases para 70%.

A adubação de implantação do experimento foi realizada manualmente, 1 dia após o plantio das mudas, em duas covas posicionadas ao lado da planta, com o auxílio das quantidades pré-estabelecidas e informadas através da planilha de adubação das parcelas. As fontes de fertilizantes utilizadas foram uréia, superfosfato triplo, cloreto de potássio.

Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura foram realizadas periodicamente: podas e desramas artificiais com o auxílio de serra de poda, sendo cortados os ramos rentes ao tronco das árvores para a eliminação de nós e garantindo a qualidade do fuste; roçagem e aplicação de dessecante na pastagem remanescente; controle manual de formigas cortadeiras no combate químico com produtos a base de Deltamethrina e Sulfluramida.

5.4. Parâmetros avaliados

Foram realizadas análises quantitativas de crescimento e desenvolvimento, sobrevivência e análise química do tecido vegetal. As árvores de teca foram avaliadas semestralmente até os 30 meses após plantio (Figura 3).



Figura 3. Vista geral das árvores de teca aos 30 meses após plantio.

5.4.1. Análise quantitativa de crescimento, desenvolvimento e sobrevivência

As medidas foram realizadas a cada 6 meses. A altura das árvores (H) foi medida da posição rente ao solo até o ápice das árvores, com régua graduada nos

primeiros 12 meses e os meses seguintes com auxílio do hipsômetro (Figura 4). O diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores foi medido após os 12 meses, pois anterior a isso, as mesmas não atingiam 1,30m de altura (convencional do DAP). Esta medida contou com o auxílio do equipamento denominado como suta mantax mecânica, e dessa maneira, a avaliação foi realizada a cada 6 meses até os 30 map. Através das médias de H e DAP foram calculados os incrementos correntes semestrais, respectivamente. Já os resultados de porcentagem de sobrevivência (stand) das árvores de teca foram transformados segundo a função $x = \arcseno \sqrt{x/100}$.



Figura 4. Medição de altura das árvores de teca aos 18 meses de idade.

5.4.2. Análise química de tecido vegetal

A cada semestre foi realizada coleta de amostra de tecido vegetal. Foram coletadas folhas recém-maduras do terço superior das copas das plantas, conforme descrito por Jayamadhavan et al. (2000), para avaliar o estado nutricional das árvores aos 6, 12, 18, 24 e 30 meses após plantio. Para a análise da concentração de nutrientes, as folhas foram secas a 65°C em estufas de ventilação forçada e moídas em moinho tipo Willey com peneira de 20 mesh (Figura 5).



Figura 5. Moagem das folhas para análise química do tecido vegetal.

A análise química dos elementos contidos no material vegetal foi realizada por digestão sulfúrica (nitrogênio), digestão seca (boro) e nítricoperclórica (demais nutrientes). O P e o B foram determinados por colorimetria, o teor de N pelo método micro-Kjeldhal, o K por fotometria de chama, o enxofre por turbidimetria e os demais por espectrofotometria de absorção atômica, descrito por Malavolta et al. (1997).

5.5. Forma de análise dos resultados

Os resultados foram submetidos à Anova e as médias comparadas pelo teste de Dunnett a 5%. Para a análise de variância, o esquema fatorial diferenciado foi analisado com adição de um tratamento adicional e uma testemunha. Adotou-se como critério na escolha do modelo a interação pelo teste F significativo a 5%. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o pacote computacional ASSISTAT, versão 7.7.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Crescimento e desenvolvimento das plantas de teca

Na Tabela 2 são apresentadas as médias semestrais de altura das árvores em função dos tratamentos, com a análise de variância dos dados seguindo o modelo da interação pelo teste F. Todos os tratamentos avaliados apresentaram diferenças significativas a 5% e, dentre as fontes de variação, ressalta-se a interação fatorial x adicional + testemunha que tiveram diferença significativa em todos os semestres de avaliação. O teste de Dunnett mostrou diferenças significativas para altura das árvores, em todas as épocas de avaliação, quando em comparação a testemunha.

As diferenças significativas ocorridas aos 6 e 18 map avaliam o 1º semestre dos anos correspondentes a 2011 e 2012, e indicam a influência dos tratamentos neste período. Aos 6 map os tratamentos com menor dose de P apresentaram comportamento semelhante estatisticamente à testemunha. Já aos 18 map, os tratamentos com menor e maior dose apresentaram-se estatisticamente semelhantes à testemunha quanto à resposta das árvores em altura. Vieira et al. (2011), em estudo do desenvolvimento inicial de *T. grandis*, observaram que na ausência do K as maiores doses de P não promoveram resposta quanto à altura das árvores, resultando na queda do DAP com as maiores doses de P testadas e mostrando a importância da interação entre os nutrientes nas plantas.

Em referência ao efeito dos tratamentos no crescimento das plantas de teca, a interação fatorial de P x K não foi significativa em todas as épocas de avaliação deste experimento, indicando que a interação entre os nutrientes não foi relevante para o crescimento das árvores em relação à altura. Da mesma forma, Tucci et al. (2011) obtiveram que a adição de K no solo não afetou de forma significativa o desenvolvimento de mudas de mogno quanto aos parâmetros biométricos.

Tabela 2. Altura das plantas de teca (m) durante o experimento até os 30 map, em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte de variação	G.L	Épocas de avaliação (map)				
		6	12	18	24	30
		Valor de F				
Fator 1 (P)	2	2,552 ^{ns}	1,035 ^{ns}	1,348 ^{ns}	0,214 ^{ns}	0,896 ^{ns}
Fator 2 (K)	2	0,273 ^{ns}	1,168 ^{ns}	1,339 ^{ns}	1,094 ^{ns}	0,531 ^{ns}
Int. (P x K)	4	0,269 ^{ns}	0,256 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,304 ^{ns}	0,647 ^{ns}
Fat x Adc + Test	1	35,992*	38,306*	34,122*	73,023*	60,197*
Adc x Test	1	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,516 ^{ns}	0,173 ^{ns}	0,764 ^{ns}
Tratamentos	10	4,272*	4,374*	4,028*	7,703*	6,640*
Blocos	3	7,154*	4,339*	4,000*	3,730*	2,240 ^{ns}
CV (%)		27,39	19,55	12,38	8,58	6,85
Tratamentos		Altura				
----- g planta ⁻¹ -----		----- m -----				
1. P=90 + K=35		0,56 b	2,24 a	3,60 b	4,78 a	6,51 a
2. P=90 + K=70		0,57 b	2,17 a	3,85 a	4,86 a	6,87 a
3. P=90 + K=140		0,59 b	1,92 a	3,55 b	4,58 a	6,43 a
4. P=180 + K=35		0,76 a	2,14 a	3,75 a	4,97 a	6,88 a
5. P=180 + K=70		0,65 a	2,01 a	3,91 a	4,82 a	6,73 a
6. P=180 + K=140		0,65 a	2,08 a	3,65 b	4,75 a	6,68 a
7. P=360 + K=35		0,72 a	2,03 a	3,55 b	4,73 a	6,69 a
8. P=360 + K=70		0,67 a	1,96 a	3,60 b	5,00 a	6,47 a
9. P=360 + K=140		0,73 a	1,74 b	3,31 b	4,66 a	6,42 a
Adic P=0 + K=35		0,28 b	1,16 b	2,55 b	3,55 b	5,44 b
Test Calagem		0,28 b	1,14 b	2,77 b	3,43 b	5,17 b
Média Geral		0,59	1,87	3,46	4,56	6,39

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Por outro lado, a interação fatorial x tratamento adicional + testemunha resultou no aumento do crescimento das árvores para variáveis altura e diâmetro, indicando a importância do fornecimento de P e K às árvores de teca, bem como, a adubação com os demais nutrientes nos primeiros anos de cultivo da teca. Barroso et al.

(2005) também ressaltaram essa importância da adubação na fase de desenvolvimento inicial da teca.

Verifica-se que, quanto à interação fatorial e o tratamento adicional + testemunha, as médias da avaliação de altura demonstraram diferenças significativas a 5% em todos os semestres avaliados, ressaltando-se aqui também os menores valores de CV (%) conforme o crescimento e desenvolvimento das plantas no campo, ditando a precisão do experimento. A adubação fosfatada estudada por Santos et al. (2008b) na produção de mudas de mogno, também respondeu positivamente a altura das mudas, diâmetro do caule entre outras variáveis, quanto às doses 0 a 200 kg de P_2O_5 ha⁻¹.

Em estudo com *T. grandis* em condições de vaso, Favare (2010) observou que a dose máxima avaliada (200 mg de P_2O_5 dm⁻³) promoveu diferença de 67,5% na altura das plantas em relação à testemunha, aos 4 meses após plantio, o que condiz ao primeiro semestre de avaliação deste experimento, onde os tratamentos 4 a 9 apresentaram-se de forma estatisticamente semelhante e em oposição aos tratamentos com ausência de P (tratamento adicional e testemunha) e os demais tratamentos com 90 g de P_2O_5 planta⁻¹.

Santos et al. (2008a) em estudo com sete espécies arbóreas obtiveram, como tendência geral, maior capacidade de absorção de P pelas espécies pioneiras, como o caso da *T. grandis*, e comprovaram as diferenças genéticas e fisiológicas entre os grupos sucessionais (pioneiras x clímacicas). Nos estudos com *T. grandis*, Abod e Siddiqui (2002) ressaltam que o P está associado a cada célula responsável pelo processo de desenvolvimento, por isso é encontrando em partes de crescimento constante nas plantas.

Os tratamentos de 1 a 9 resultaram em respostas positivas quando comparados à testemunha aos 12, 24 e 30 map, o que demonstra a necessidade de adubação equilibrada e com a presença do P no desenvolvimento inicial das árvores de teca. Dentre os nutrientes mais requeridos pela espécie, o P é o nutriente responsável pelo menor desenvolvimento das árvores em fase inicial desta cultura, e considerando a dinâmica do P nos solos de cerrado, sua baixa disponibilidade para as mudas resulta em problemas futuros (FAVARE, 2010). Já para o tratamento adicional a espécie não respondeu positivamente na ausência de P_2O_5 + 70 g de K_2O planta⁻¹, onde as médias de alturas foram estatisticamente semelhantes às médias atingidas pela testemunha, em todos os semestres avaliados.

Gonçalves et al. (2012) sugeriram que o angico-vermelho é pouco exigente quanto ao K, necessitando de menores teores desse nutriente para o seu completo desenvolvimento. Este fato também foi observado por Braga et al. (1995) e Duboc (2005) no estudo de outras espécies florestais, as quais não responderam à adubação potássica, associada à aplicação de pequenas doses de P. Renó et al. (1997) observaram falta de respostas à aplicação de K nas espécies cedro (*Cedrella fissilis* Vell), pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* Mart.), pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.) e canafístula (*Senna multijuga* Rich.) em desenvolvimento inicial.

Pode-se observar que os tratamentos 4 e 5, doses 180 g de P_2O_5 planta⁻¹ em interação com as doses 35 e 70 g de K_2O planta⁻¹, respectivamente, destacaram-se em todas as épocas de avaliação da altura, e que a partir do primeiro ano o tratamento 2 também se enquadra nas melhores respostas em altura. Aos 30 map todos os tratamentos foram considerados semelhantes, segundo o teste de médias. Esses resultados indicam que não há necessidade de adição de doses maiores que 90 g de P_2O_5 planta⁻¹ e 70 g de K_2O até os 30 map. Os resultados de altura aos 30 map estão de acordo com Vieira et al. (2011), cujas médias obtidas para teca não demonstram necessidade de doses de K maiores que 32,8 g cova⁻¹. Favare (2010), em estudo com mudas de teca em vaso, observou que a altura das árvores foi menor quanto a doses menores de P e proporcional ao aumento das doses de K.

Observa-se também que aos 30 map o tratamento 9 apesar de apresentar-se semelhante aos demais tratamentos estatisticamente significativos em relação à testemunha, para a altura das plantas, apresentou a menor média em altura, o que na prática não se justificaria esta recomendação de adubação devido ao custo benefício da adubação das árvores de teca. Tem-se, ainda, que a menor dose de K em interação com as de P apresentou resultados positivos quando comparada às demais doses de K avaliadas.

Talvez a necessidade de K possa ser observada em período superior aos 2 anos a partir do plantio, como acontece com o eucalipto (GAVA, 2003). Segundo Silva et al. (1997), as espécies florestais respondem de maneira diferenciada quanto à adubação com K. Este mesmo autor observou que o cedro (*Cedrela odorata*) respondeu à adubação potássica de forma diferente da copaíba, jatobá e pau pereira, que mostraram pequeno incremento no desenvolvimento quando aplicado o K.

Os resultados da análise do incremento corrente semestral em altura são apresentados na Tabela 3, onde se observa interação significativa somente na

fonte de variação Fat x Adc + Test no 1º ano de condução do experimento. Aos 6 map os tratamentos de 4 a 9 foram significativos para as doses de P que variaram de 180 a 360 g de P_2O_5 planta⁻¹ em interação aos níveis de K avaliados. Após o 1º ano de experimento as melhores respostas em incremento corrente semestral de altura foram atingidas com os tratamentos 1 e 2, correspondentes a dose 90 g de P_2O_5 planta⁻¹ em interação as doses de K que variaram de 35 a 70 g de K_2O planta⁻¹. Nas demais épocas de avaliação não foram observadas diferenças significativas até o final do experimento.

Tabela 3. Análise do incremento corrente semestral em altura das árvores de *Tectona grandis* L.f. até os 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte de variação		G.L	Épocas de avaliação (map)				
			6	12	18	24	30
			----- Valor de F -----				
Fator 1 (P)	2		2,552 ^{ns}	3,038 ^{ns}	0,404 ^{ns}	1,403 ^{ns}	2,033 ^{ns}
Fator 2 (K)	2		0,273 ^{ns}	1,220 ^{ns}	1,169 ^{ns}	0,145 ^{ns}	0,569 ^{ns}
Int. (PxK)	4		0,269 ^{ns}	0,510 ^{ns}	0,246 ^{ns}	0,497 ^{ns}	0,426 ^{ns}
Fat x Adc. + Test	1		35,992 [*]	14,931 [*]	0,351 ^{ns}	4,352 ^{ns}	0,052 ^{ns}
Adc x Test	1		0,002 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,696 ^{ns}	1,365 ^{ns}	0,903 ^{ns}
Tratamentos	10		4,272 [*]	2,549 [*]	0,517 ^{ns}	1,080 ^{ns}	1,986 ^{ns}
Bloco	3		7,154 [*]	1,386 ^{ns}	1,388 ^{ns}	0,620 ^{ns}	3,622 [*]
CV (%)			27,39	26,18	25,32	26,15	12,62
Tratamentos			Incremento Corrente Semestral (Altura)				
----- g planta ⁻¹ -----			----- m -----				
1. P=90 + K=35			0,56 b	1,69 a	1,36	1,18	1,73
2. P=90 + K=70			0,57 b	1,60 a	1,68	1,01	2,01
3. P=90 + K=140			0,59 b	1,34 b	1,63	1,03	1,84
4. P=180 + K=35			0,76 a	1,38 b	1,61	1,22	1,92
5. P=180 + K=70			0,65 a	1,36 b	1,90	0,91	1,91
6. P=180 + K=140			0,65 a	1,43 b	1,57	1,10	1,93
7. P=360 + K=35			0,72 a	1,32 b	1,51	1,19	1,96
8. P=360 + K=70			0,67 a	1,28 b	1,64	1,40	1,42
9. P=360 + K=140			0,73 a	1,01 b	1,57	1,35	1,81
Adic P= 0 + K= 70			0,28 b	0,88 b	1,40	0,99	1,89
Test Calagem			0,28 b	0,86 b	1,63	0,66	1,74
Média Geral			0,59	1,28	1,59	1,10	1,83

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Na Figura 6, observa-se o incremento corrente semestral para a altura até os 30 map. A resposta dos tratamentos ao incremento em altura foi positivamente crescente até os 18 map, com destaque ao tratamento 5 que apresentou o maior incremento em altura quando comparado aos demais tratamentos avaliados. Vieira et al. (2011), em estudo sobre o crescimento inicial de *T. grandis*, também observaram que na ausência de K as maiores doses de P não influenciaram na altura das árvores, e isso demonstra a importância do equilíbrio entre a adubação de P e K.

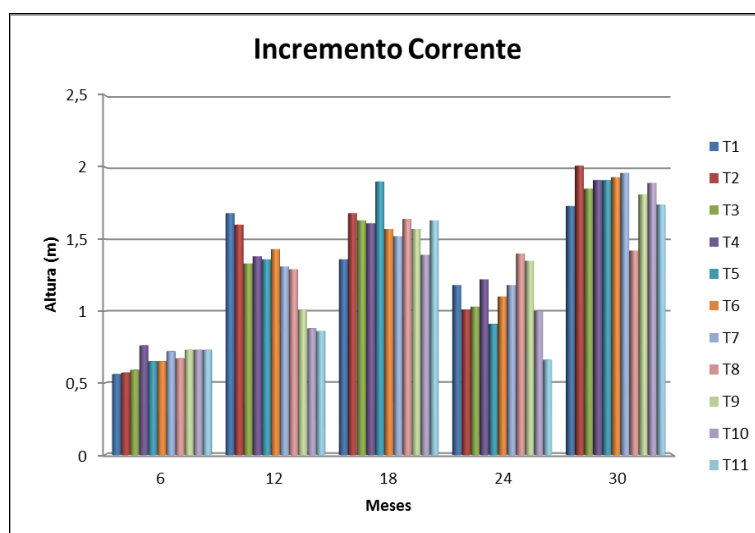


Figura 6. Incremento corrente nos semestres de avaliação de altura das árvores de *Tectona grandis* L.f. até os 30 map aos tratamentos de interações P x K.

Observa-se que aos 24 map houve queda no incremento, o que pode estar diretamente ligado ao baixo índice pluviométrico ocorrido em 2012, quando comparado aos demais anos de avaliação do experimento. Observa-se que aos 2 anos os tratamentos apresentaram uma média de incremento corrente anual de 2,76 m de altura, o mesmo foi encontrado por Tonini et al. (2009). Nos 30 map de avaliação, o crescimento foi restabelecido e chegou a apresentar 75% de incremento corrente, sendo superior à avaliação dos 24 meses.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias semestrais de DAP das árvores em função dos tratamentos, com a análise de variância dos dados seguindo o modelo da interação pelo teste F. É válido ressaltar que esta espécie é classificada como pioneira dentre os grupos sucessionais, e apresenta rápido crescimento em altura nos primeiros anos (CÁCERES FLORESTAL, 2006). Sendo assim, seu crescimento em DAP passa ser característico de uma segunda fase do ciclo de desenvolvimento dessas árvores.

Este comportamento morfológico da teca pode ser influenciado pela adubação e, principalmente, pela densidade de árvores nos plantios florestais, necessitando de desbaste de árvores (a partir dos quatro anos de idade das árvores), caracterizando a segunda fase de crescimento em DAP.

Tabela 4. Diâmetro a altura do peito (DAP) das plantas de teca (cm) durante o experimento até os 30 map, em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte de variação	G.L	Épocas de avaliação (map)			
		12	18	24	30
		Valor de F			
Fator 1 (P)	2	2,3942 ^{ns}	2,4770 ^{ns}	0,1015 ^{ns}	0,7626 ^{ns}
Fator 2 (K)	2	0,6350 ^{ns}	0,7198 ^{ns}	0,5907 ^{ns}	0,3489 ^{ns}
Int. (P x K)	4	0,2325 ^{ns}	0,2470 ^{ns}	0,2687 ^{ns}	0,2357 ^{ns}
Fat x Adc + Test	1	24,8279*	34,6865*	61,6199*	37,8974*
Adc x Test	1	4,9727*	0,0591 ^{ns}	0,1499 ^{ns}	0,7640 ^{ns}
Tratamentos	10	3,6819*	4,2127*	6,4229*	4,1827*
Blocos	3	1,4426 ^{ns}	1,3290 ^{ns}	3,8672*	2,5297 ^{ns}
CV (%)		11,96	10,61	9,38	8,86
Tratamentos		Diâmetro			
----- g planta ⁻¹ -----		----- cm -----			
1. P=90 + K=35		2,72 a	3,86 a	5,37 a	7,23 a
2. P=90 + K=70		2,98 a	3,99 a	5,53 a	7,45 a
3. P=90 + K=140		2,77 a	3,73 a	5,27 a	7,09 a
4. P=180 + K=35		2,72 a	3,87 a	5,56 a	7,41 a
5. P=180 + K=70		2,70 a	3,92 a	5,39 a	7,09 a
6. P=180 + K=140		2,62 a	3,94 a	5,31 a	7,06 a
7. P=360 + K=35		2,49 a	3,49 b	5,22 a	6,97 a
8. P=360 + K=70		2,61 a	3,78 a	5,54 a	7,02 a
9. P=360 + K=140		2,54 a	3,49 b	5,24 a	6,90 a
Adic P=0 + K=35		2,33 b	2,93 b	3,98 b	5,86 b
Test Calagem		1,84 b	2,87 b	3,85 b	5,48 b
Média Geral		2,57	3,62	5,12	6,87

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Observa-se que houve diferença significativa quando comparadas as médias em diâmetro para os tratamentos em todas as épocas de avaliação. Porém, os tratamentos fatoriais apresentaram resultados semelhantes quando comparados à testemunha, com exceção do período dos 18 map, o que pode ser explicado com o estudo realizado por Daniel et al. (1997). Esses autores realizaram aplicações de P em *Acacia*

mangium onde constataram que a partir da dose de 400 g de $P_2O_5\ m^{-3}$ ocorreu certo equilíbrio entre a rápida aceleração inicial do crescimento e o seu decréscimo em DAP.

Aos 18 map os tratamentos 7 e 9 comportaram-se de forma semelhante estatisticamente ao tratamento adicional e a testemunha, com médias inferiores aos demais tratamentos. Lambers e Poorter (1992) relataram que espécies de crescimento lento apresentam baixa resposta ao fornecimento de nutrientes em alguns casos, característica relacionada à adaptação a solos pouco férteis. Segundo Santos et al. (2008b), quando uma planta encontra-se com baixa disponibilidade de P ela tende a otimizar seu uso, o que pode explicar o tratamento 2 ser semelhante estatisticamente aos demais.

As menores médias de DAP foram observadas no tratamento adicional e na testemunha, onde a ausência de P e K limitou o crescimento da planta em DAP, apresentando resposta inferior aos demais tratamentos. Estes resultados evidenciam a importância da adubação fosfatada e potássica neste período de desenvolvimento, assim como a adubação completa para o desenvolvimento das árvores de teca. Considera-se que o mesmo foi observado para as médias de altura em todos os períodos avaliados.

Avaliando o desenvolvimento de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em função da adição de doses crescentes de P, Santos et al. (2008a) verificaram que as espécies clímax guanandi e óleo-bálsamo praticamente não tiveram alteração do crescimento em função do aumento da dose de P. Isso comprova que, apesar do P ser considerado um nutriente extremamente limitante ao crescimento inicial e estabelecimento da maioria das espécies florestais, as árvores de crescimento lento apresentam baixa eficiência de utilização ao incremento em DAP, para esta fase de desenvolvimento, sendo também menos responsivas ao fornecimento de nutrientes, dentre eles P e K.

Tucci et al. (2011) observaram que em condições nas quais a disponibilidade de K foi limitada, apenas a adição de 40 kg $K_2O\ ha^{-1}$ foi suficiente para as mudas de mogno atingirem o máximo desenvolvimento, indicando que a espécie tem sua demanda atendida mesmo em condições de baixa disponibilidade de K no solo, ou, ainda, que a mesma é bem eficiente em converter esse nutriente em biomassa quando a sua disponibilidade é limitada.

Schumacher et al. (2004) observaram em estudos com angico-vermelho que para a variável diâmetro, em período de desenvolvimento inicial, a dose com melhor resposta foi a de 360 mg kg^{-1} de P_2O_5 . O mesmo foi encontrado em Vogel et al.

(2001), utilizando diferentes doses de P no desenvolvimento de *Mimosa scabrella* (bracatinga), onde constataram que a aplicação de 360 mg kg⁻¹ de P₂O₅ resultou no maior crescimento destas plantas.

Observa-se que no último ano do experimento (aos 24 e 30 map) os tratamentos influenciaram significativamente as médias de DAP. Porém, estes demonstraram semelhança nos tratamentos segundo o teste de médias a 5% quando comparados à testemunha, o que foi observado também na variável altura. Wallau et al. (2008) avaliando sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno em solução nutritiva, verificaram que na omissão de P obteve-se pequena redução no crescimento.

Na Tabela 5 podem-se observar os resultados da análise do incremento corrente semestral em DAP, onde a interação P x K foi significativa somente aos 18 map para as fontes de variação Fator 1 (P), Fat x Adc + Test e Adc x Test.

O Fator P apresentou-se de forma significativa, sendo assim, observa-se que a dose 180 g de P₂O₅ planta⁻¹ apresentou melhor resposta de incremento corrente semestral de DAP (1,23 cm semestre⁻¹), quando comparada as demais doses avaliadas. A Cáceres Florestal (2006) recomenda que para a obtenção de toras com dimensões para serraria e laminação, num ciclo de corte de 30 anos, é interessante que o incremento médio do DAP das árvores seja de aproximadamente 0,85 cm semestral⁻¹, o que demonstra a influência da adubação dos solos florestais cultivados com teca.

Já para a fonte de variação Fat x Adc + Test, todos os tratamentos foram considerados semelhantes estatisticamente, com exceção do tratamento adicional que apresentou média em incremento corrente semestral de DAP abaixo dos demais tratamentos avaliados. Nas demais épocas de avaliação não foram observadas diferenças significativas, o que pode ser justificado pela baixa precipitação ocorrida neste período de avaliação das árvores. O estresse provocado pelo déficit hídrico, entre outros agentes estressores, pode restringir o crescimento das árvores e prejudicar os resultados da produtividade (biomassa florestal) expressando, assim, apenas parte do seu potencial genético (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Tabela 5. Análise do incremento corrente semestral em DAP das árvores de *Tectona grandis* L.f. até os 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte de variação	G.L	Épocas de avaliação (map)		
		18	24	30
		----- Valor de F -----		
Fator 1 (P)	2	6,604*	3,472 ^{ns}	2,513 ^{ns}
Fator 2 (K)	2	0,224 ^{ns}	0,389 ^{ns}	0,605 ^{ns}
Int. (PxK)	4	0,862 ^{ns}	0,666 ^{ns}	0,476 ^{ns}
Fat x Adc + Test	1	8,475*	14,228 ^{ns}	0,014 ^{ns}
Adc x Test	1	18,362*	4,867 ^{ns}	2,334 ^{ns}
Tratamentos	10	4,394*	2,948*	1,049 ^{ns}
Bloco	3	2,133 ^{ns}	6,923*	0,314 ^{ns}
CV (%)		18,37	16,05	15,03
Fator 1 (P)		Incremento Corrente Semestral (DAP)		
----- g planta ⁻¹ -----		----- cm -----		
90		1,04 b	-	-
180		1,23 a	-	-
360		0,96 b	-	-
Fat x Adc + Test		Incremento Corrente Semestral (DAP)		
----- g planta ⁻¹ -----		----- cm -----		
1. P=90 + K=35		1,14 a	1,52	1,86
2. P=90 + K=70		1,01 a	1,54	1,93
3. P=90 + K=140		0,96 a	1,54	1,82
4. P=180 + K=35		1,16 a	1,69	1,85
5. P=180 + K=70		1,22 a	1,40	1,70
6. P=180 + K=140		1,32 a	1,37	1,75
7. P=360 + K=35		1,00 a	1,73	1,74
8. P=360 + K=70		0,93 a	1,77	1,48
9. P=360 + K=140		0,95 a	1,76	1,66
Adic P= 0 + K= 70		0,57 b	1,05	1,88
Test Calagem		1,15 a	1,43	1,60
Média Geral		1,04	1,53	1,75

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Na Figura 7, pode-se observar o incremento corrente semestral para a variável DAP até os 30 map. A 1ª avaliação de DAP foi realizada somente aos 12 map, pois na avaliação anterior as árvores ainda não apresentavam altura suficiente de 1,30m, local de medida convencional do DAP. A partir da 2ª avaliação a resposta dos tratamentos em incremento do DAP foi crescente até a 4ª avaliação (30 map).

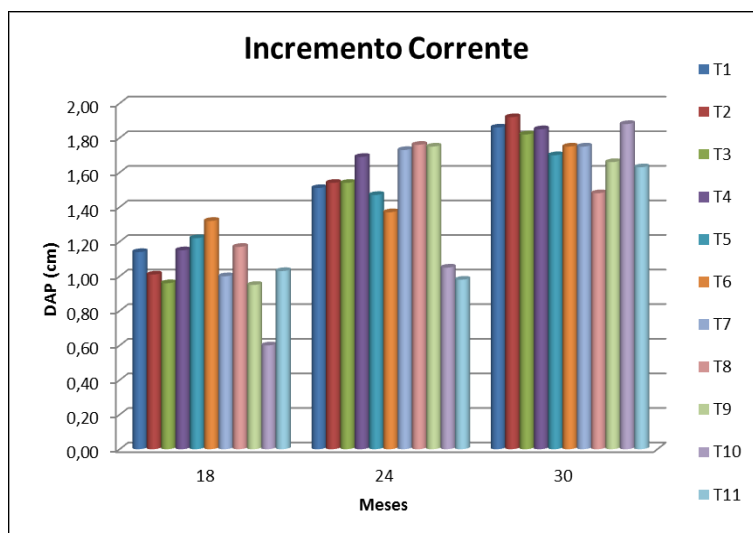


Figura 7. Incremento corrente aos 18, 24 e 30 meses após plantio (map) de avaliação de DAP das árvores de *Tectona grandis* L.f., em resposta aos tratamentos de interações P x K.

Aos 24 map, o DAP apresentou 5,12 cm e 4,56 m de altura com incremento corrente de 1,6 cm semestre⁻¹ em diâmetro e 1,15 m semestre⁻¹ em altura. Resultados superiores foram encontrados por Passos et al. (2006), em estudo de silvicultura com teca em oito diferentes densidades e arranjos espaciais, onde observaram, aos 22 map, DAP de 6,96 cm e 6 m de altura com incremento corrente de 1,9 cm semestre⁻¹ em diâmetro e 1,64 m semestre⁻¹ em altura. Esses resultados podem ser considerados adequados tomando-se por base a possível influência dos espaçamentos em interação com a adubação adequada.

Observa-se que na 4ª avaliação as médias dos tratamentos não responderam expressivamente ao incremento semestral corrente do DAP (9,5% de incremento corrente semestral aos 30 map), quanto ao período anterior (45,5% de incremento corrente semestral aos 24 map). Este fato pode estar diretamente ligado à resposta da espécie ao baixo índice pluviométrico ocorrido em 2012.

Com relação ao crescimento em altura e em DAP, no mesmo período (aos 18 map), observou-se queda das médias, e esse resultado pode ser reflexo do baixo índice pluviométrico dos anos 2011 e 2012 (Figura 1), que tiveram média de precipitação de 1797 mm. Os processos de transferência de nutrientes do solo para a planta dependem da disponibilidade de água, assim sendo, mesmo que a concentração dos nutrientes no solo seja aumentada, por meio da adição de fertilizantes, só serão efetivamente absorvidos se a disponibilidade de água no solo for restabelecida de forma adequada às necessidades da espécie.

Observa-se que aos 24 meses, a média dos experimentos fatoriais respondeu no incremento corrente anual com 2,70 cm de DAP. Tonini et al. (2009), em estudo do crescimento da *T. grandis*, observaram incremento no DAP de 1,38 cm, respondendo de forma inferior a média encontrada neste experimento.

6.2. Sobrevivência

A sobrevivência de árvores em plantios florestais é fator importante quanto à produtividade e rentabilidade econômica estimada. Somado a este fator tem-se os tratamentos culturais requerentes da espécie, a qual necessita de desbaste ou raleamento, e esse tem o propósito de reduzir o número das árvores, de forma que as remanescentes disponham de mais espaço para continuarem crescendo e não competindo por luz, pois a teca é uma espécie heliófila (KRISHNAPILLAY, 2000). A problemática está quando os dois fatores são totalizados e o stand encontra-se menor que o esperado em volume para o corte final.

Em observação a Tabela 6, tem-se que os resultados da análise estatística de sobrevivência foram significativos ao Fator 1 (P) e a interação P x K para a fonte de variação Fat x Adc + Test. Observa-se que para o Fator 1, as doses 90 e 180 g de P_2O_5 planta⁻¹ apresentaram médias de sobrevivência estatisticamente semelhantes, mas superiores quando comparadas à dose 360 g de P_2O_5 planta⁻¹, sendo as melhores taxas de sobrevivência das árvores de teca.

Para a fonte de variação Fat x Adc + Test, os tratamentos 1, 5 e 6 foram estatisticamente semelhantes e superiores aos demais.

Tabela 6. Análise de sobrevivência das árvores de teca aos 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Quadro de análise				
Fonte de variação	G.L	SQ	QM	F
Fator 1 (P)	2	215,969	107,984	3,785*
Fator 2 (K)	2	51,342	25,671	0,900 ^{ns}
Int. (PxK)	4	127,502	31,876	1,117 ^{ns}
Fat x Adc + Test	1	816,847	816,847	28,632*
Adc x Test	1	41,373	41,373	1,450 ^{ns}
Tratamentos	10	1253,032	125,303	4,392*
Bloco	3	484,811	161,604	5,665*
CV (%)				8,75
Fator 1 (P)		Sobrevivência (30 map)		
----- g planta ⁻¹ -----		----- % -----		
90		65,02 a		
180		64,66 a		
360		59,65 b		
Fat x Adc + Test		Sobrevivência (30 map)		
----- g planta ⁻¹ -----		----- % -----		
1. P=90 + K=35		66,82 a		
2. P=90 + K=70		63,50 b		
3. P=90 + K=140		64,74 b		
4. P=180 + K=35		60,09 b		
5. P=180 + K=70		65,73 a		
6. P=180 + K=140		68,15 a		
7. P=360 + K=35		59,09 b		
8. P=360 + K=70		58,44 b		
9. P=360 + K=140		61,41 b		
Adic P=0 + K=35		49,66 b		
Test Calagem		54,21 b		
Média Geral		61,07		

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha. Os resultados de porcentagem de sobrevivência das árvores de teca foram transformados segundo a função $x = \arcseno \sqrt{x/100}$

Na Figura 8 observa-se a sobrevivência das árvores em função dos tratamentos. A maior sobrevivência foi observada nos tratamentos 1 e 6 que tiveram proporções relativamente equilibradas quanto às interações nos tratamentos. Os demais tratamentos apresentaram sobrevivência adequada quando comparada aos comportamentos de sobrevivência na literatura e destacam-se quanto às demais variáveis de estudo do

crescimento e desenvolvimento. Já o tratamento que teve destaque pela maior mortalidade foi o tratamento adicional, onde na ausência de P_2O_5 e 70 g de K_2O planta⁻¹ as árvores apresentaram desequilíbrio nutricional, confirmando a importância da interação do potássio com adubação fosfatada.

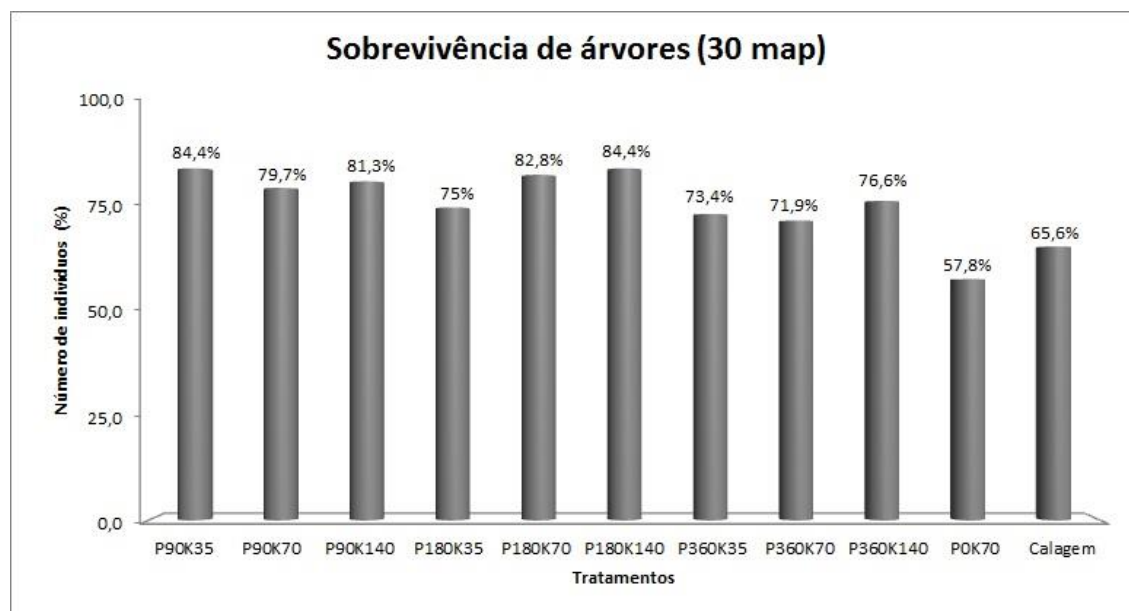


Figura 8. Sobrevivência de árvores de *Tectona grandis* L. f. aos 30 map em função dos tratamentos.

Os demais tratamentos variaram de 71,96% a 84,4% de sobrevivência nesses 30 map. Macedo et al. (2005) em estudo com teca avaliaram a porcentagem de sobrevivência no campo até os 36 map, com valor médio de 69,5% e variação entre 67,5% a 70,4%. Passos et al. (2006) observaram média de 91,7% em plantios com 12 map em Cáceres, MT. Ainda há muito que se estudar sobre a sobrevivência no cultivo da teca, pois fatores de interferência como altitude, espaçamento, e tratos culturais devem poder ser relevantes quanto ao stand final do plantio.

6.3. Análise foliar das árvores de teca

A concentração dos nutrientes é variável quanto aos diferentes tecidos vegetais que constituem uma planta. Dentre os tecidos relacionados, as folhas são responsáveis pela maioria dos processos fisiológicos, e por essa razão, é a parte analisada como base para o conhecimento do estado nutricional das plantas. A proposição da análise foliar é identificar a existência de relação significativa entre o suprimento de nutrientes e

os níveis de absorção desses elementos nas folhas quanto ao melhor crescimento e desenvolvimento das plantas.

A absorção de nutrientes varia entre outros fatores, com o período de amostragem das folhas. Observa-se nas Tabelas de 7, 9, 10, 11 e 12 a influência significativa dos tratamentos nos teores foliares dos macro e micronutrientes nos 5 semestres de observação. A absorção dos nutrientes foi influenciada em função dos tratamentos. Os teores de K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe e Mn não sofreram influência ou foram influenciados estatisticamente somente nos primeiros 6 map. De acordo com os resultados, verifica-se que apesar das doses de interação P e K e o tratamento adicional em comparação de médias com a testemunha, não foi observada diferença significativa na absorção desses nutrientes.

Tucci et al. (2011) observaram em estudo com mudas de mogno que o efeito da adição de doses crescentes de K no conteúdo dos nutrientes na parte aérea nesta fase inicial foi significativo para o conteúdo de todos os nutrientes avaliados, exceto o Fe. A ausência ou pouco efeito de doses crescentes de NPK no acúmulo de micronutrientes na parte aérea dessa espécie possivelmente ocorra em função da pouca exigência da espécie quanto a esses nutrientes na fase de muda (SILVA et al., 2007).

Tabela 7 Análise foliar de árvores de teca até 6 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte Variação	GL	Análise foliar aos 6 map										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		Valor de F										
Fator 1 (P)	2	0,914 ^{ns}	6,613*	0,176 ^{ns}	1,343 ^{ns}	1,632 ^{ns}	1,152 ^{ns}	1,101 ^{ns}	0,925 ^{ns}	1,099 ^{ns}	0,418 ^{ns}	3,530*
Fator 2 (K)	2	1,056 ^{ns}	2,930 ^{ns}	14,049*	1,075 ^{ns}	2,098 ^{ns}	1,131 ^{ns}	0,145 ^{ns}	0,140 ^{ns}	0,630 ^{ns}	0,282 ^{ns}	0,250 ^{ns}
Int. (P x K)	4	1,305 ^{ns}	1,147 ^{ns}	3,459*	2,929*	0,993 ^{ns}	0,972 ^{ns}	4,046*	2,848*	0,315 ^{ns}	0,559 ^{ns}	1,658 ^{ns}
Fat x Adc. + Test	1	21,401*	54,142*	40,352*	8,793*	1,164 ^{ns}	5,980*	11,381*	3,854 ^{ns}	30,489*	5,047*	14,059*
Adc x Test	1	0,022 ^{ns}	0,028 ^{ns}	7,167*	7,776*	6,770*	0,062 ^{ns}	0,007 ^{ns}	4,648*	0,002*	0,004 ^{ns}	0,322 ^{ns}
Tratamentos	10	3,059*	7,784*	8,981*	3,312*	1,937 ^{ns}	1,450 ^{ns}	3,007*	2,202*	3,521*	0,869 ^{ns}	2,857*
Blocos	3	0,303 ^{ns}	2,511 ^{ns}	14,602*	1,491 ^{ns}	1,159 ^{ns}	3,419*	5,249*	0,778 ^{ns}	3,607*	1,248 ^{ns}	0,501 ^{ns}
CV%		11,61	12,85	11,81	11,12	11,40	2,67	11,42	13,12	5,10	17,68	12,49
Tratamentos		Teores de macro e micronutrientes										
----- g planta ⁻¹ -----		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
1. P=90 + K=35		26 b	1,4 b	12 b	3,9 a	1,3	1,4	24 a	2	3 a	10	0,4 b
2. P=90 + K=70		28 b	1,8 a	15 a	2,5 b	1,3	1,5	20 a	3	2 b	9	0,3 b
3. P=90 + K=140		27 b	1,8 a	18 a	2,4 b	1,3	1,5	24 a	3	3 a	9	0,4 b
4. P=180 + K=35		28 b	1,7 a	13 a	2,6 b	1,3	1,5	20 b	3	3 a	10	0,4 b
5. P=180 + K=70		28 b	1,9 a	15 a	3,0 a	1,3	1,4	25 a	2	3 a	11	0,4 b
6. P=180 + K=140		30 a	1,9 a	18 a	2,6 b	1,3	1,5	23 a	2	2 b	10	0,4 b
7. P=360 + K=35		28 b	2,0 a	15 a	2,8 a	1,4	1,5	23 a	3	2 b	10	0,4 b
8. P=360 + K=70		32 a	2,0 a	14 a	2,6 b	1,3	1,5	20 b	2	2 b	10	0,5 a
9. P=360 + K=140		27 b	2,0 a	15 a	2,8 a	1,3	1,5	21 a	3	2 b	10	0,5 a
Adic P=0 + K=35		23 b	1,2 b	13 b	2,7 a	1,2	1,4	26 a	3	3 a	8	0,3 b
Test Calagem		22 b	1,2 b	9 b	3,3 a	1,5	1,4	26 a	2	3 a	8	0,3 b
Média Geral		27	1,7	14	2,7	1,3	1,5	23	3	3	10	0,4

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo (p >= 0,05). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Observa-se que houve absorção dos nutrientes com influência significativa dos tratamentos. O Fator P, foi significativo devido à sua adição, e este resultou em influência significativa na absorção de zinco. Para a interação entre esses dois elementos, tem-se o efeito interiônico de uma inibição não competitiva, quando o íon de P combina com o sítio não ativo do carregador, interação negativa que reduz a translocação de Zn para a parte aérea.

A absorção dos nutrientes apresentou influência significativa, segundo o teste de médias, para N, P, K, Ca, Mg, B, Fe e Zn em função dos tratamentos. Na absorção de N o destaque foi apresentado pelos tratamentos 6 e 8, que pode ser explicado pelo fornecimento adequado de P e K resultando em aumento da capacidade das plantas em utilizar N para produzir mais proteínas (HONDA; HONDA, 1990).

Ainda com relação à absorção de P e K, pode-se concluir que os tratamentos 1, adicional e a testemunha promoveram desequilíbrio nutricional gerando menor absorção desses pelas árvores. Sorreano (2006), em estudo com espécies nativas, observou em *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola) que a omissão de P ocasionou redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparado ao tratamento completo.

A absorção de Ca foi influenciada de forma positiva, quando na interação com P as doses de K variaram de 35 a 70 g planta⁻¹, devido a interação competitiva de sítio de absorção entre doses maiores de K e Ca. Segundo o teste de médias, os tratamentos avaliados no período de 6 map não demonstraram resultado significativo para a absorção de Mg, S, Cu e Mn. Este resultado também foi encontrado nos demais semestres de avaliação, onde os tratamentos não influenciaram de forma significativa para a absorção desses nutrientes até os 30 map.

Na Tabela 8 apresenta-se os desdobramentos da análise de variância com suas fontes de variação em função dos tratamentos aos 6 map. A interação entre P x K resultou em influência positiva para os teores de K, Ca, B e Cu. As maiores doses de P e K em interação influenciaram significativamente o maior teor dos elementos relacionados, apresentando o efeito interiônico de sinergismo. Entretanto, os teores desses elementos citados tiveram influência negativa nas menores doses de P e K em interação.

Tabela 8. Desdobramentos da análise de variância (teores foliares) em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey aos 6 map.

Teor de K			
Doses de P (g planta ⁻¹)	Doses de K (g planta ⁻¹)		
	35	70	140
	g Kg ⁻¹		
90	12 bB	15 aB	18 aA
180	13 abB	15 aAB	18 aA
360	15 aA	14 aA	15 aA

Teor de Ca			
Doses de P (g planta ⁻¹)	Doses de K (g planta ⁻¹)		
	35	70	140
	g Kg ⁻¹		
90	2,9 aA	2,5 bAB	2,4 aB
180	2,6 aA	3,0 aA	2,6 aA
360	2,8 aA	2,6 abA	2,8 aA

Teor de B			
Doses de P (g planta ⁻¹)	Doses de K (g planta ⁻¹)		
	35	70	140
	mg Kg ⁻¹		
90	24 aA	20 bA	24 aA
180	20 aB	25 aA	23 aAB
360	23 aA	20 bA	21 aA

Teor de Cu			
Doses de P (g planta ⁻¹)	Doses de K (g planta ⁻¹)		
	35	70	140
	mg Kg ⁻¹		
90	2 bA	3 aA	3 aA
180	3 aA	2 aA	2 aA
360	3 abA	2 aA	3 aA

*As letras maiúsculas após as médias comparam os tratamentos em linha, enquanto que as letras minúsculas comparam os tratamentos em coluna.

O estímulo de desenvolvimento provocado pelas crescentes doses de P pode levar à queda na concentração de K por efeito de diluição, considerando-se que esses dois elementos possuem interação positiva. Segundo estudos realizados por Alvarado (2012), as quantidades absorvidas de K serão maiores a partir da idade de três anos das árvores, o que supostamente está ligado ao início da frutificação das árvores de teca, a partir do 5º ano, e só deixarão de aumentar após o 12º ano.

Para os teores de Ca e B, observa-se que a menor dose de K respondeu de forma positiva quando em interação com as três doses de P. Porém, para Cu todas as doses de P em interação com as doses de K responderam de forma semelhante estatisticamente, com exceção das menores doses de P x K em interação.

Na Tabela 9 pode-se notar que a menor dose de K em interação com P, aos 12 map, influenciou positivamente a absorção de Ca (tratamento 4). Renó et al. (1997), em estudos com espécies nativas, observaram que em cedro (*Cedrela odorata*) a omissão de K aumentou o teor de Ca nas plantas.

A influência na absorção de Zn, contrariamente ao aumento das doses de P, tem como explicação a interação negativa de P/Zn na raiz e/ou nos vasos condutores, reduzindo a translocação de Zn para a parte aérea, ou ainda uma desordem metabólica causada pelo desbalanceamento entre os dois nutrientes (CARNEIRO et al., 2008). Observa-se na Tabela 9 que os maiores teores de Zn ocorreram nos tratamentos 1 e 3 (menor dose de P) e nos tratamentos adicional e testemunha (ausência P).

Tabela 9. Análise foliar de árvores de teca aos 12 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte Variação	GL	Análise foliar aos 12 map										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		Valor de F										
Fator 1 (P)	2	0,395 ^{ns}	2,323 ^{ns}	4,208 [*]	2,101 ^{ns}	0,619 ^{ns}	1,198 ^{ns}	0,436 ^{ns}	1,048 ^{ns}	0,304 ^{ns}	0,242 ^{ns}	1,304 ^{ns}
Fator 2 (K)	2	0,261 ^{ns}	1,099 ^{ns}	3,791 [*]	2,182 ^{ns}	0,335 ^{ns}	0,068 ^{ns}	1,462 ^{ns}	1,170 ^{ns}	0,213 ^{ns}	3,471 [*]	0,242 ^{ns}
Int. (P x K)	4	0,941 ^{ns}	0,124 ^{ns}	1,211 ^{ns}	1,695 ^{ns}	0,317 ^{ns}	1,258 ^{ns}	0,407 ^{ns}	1,105 ^{ns}	0,610 ^{ns}	1,994 ^{ns}	0,670 ^{ns}
Fat x Adc + Test	1	3,277 ^{ns}	13,586 [*]	0,101 ^{ns}	2,505 ^{ns}	0,384 ^{ns}	0,303 ^{ns}	2,035 ^{ns}	4,650 [*]	1,774 ^{ns}	4,368 [*]	42,629 [*]
Adc x Test	1	0,909 ^{ns}	0,639 ^{ns}	2,161 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,695 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,075 ^{ns}	5,174 [*]	0,226 ^{ns}	1,317 ^{ns}
Tratamentos	10	0,926 ^{ns}	2,157 ^{ns}	2,310 [*]	1,787 ^{ns}	0,425 ^{ns}	0,792 ^{ns}	0,747 ^{ns}	1,358 ^{ns}	1,042 ^{ns}	1,999 ^{ns}	4,984 [*]
Blocos	3	1,680 ^{ns}	1,077 ^{ns}	1,520 ^{ns}	0,420 ^{ns}	2,519 ^{ns}	0,364 ^{ns}	0,831 ^{ns}	0,493 ^{ns}	0,117 ^{ns}	3,803 [*]	0,080 ^{ns}
CV%		9,78	10,15	20,38	12,32	13,93	15,45	13,28	13,96	16,11	12,61	15,40
Tratamentos		Teores de macro e micronutrientes										
----- g planta ⁻¹ -----		----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----					
1. P=90 + K=35	20	1,5	11	2,8 b	0,8	0,8	28	3	7	8	3,6 a	
2. P=90 + K=70	20	1,4	9	2,7 b	0,8	0,8	25	3	8	10	3,1 b	
3. P=90 + K=140	22	1,4	12	2,8 b	0,9	0,7	27	3	8	8	3,3 a	
4. P=180 + K=35	20	1,5	8	3,6 a	0,8	0,7	26	3	9	9	3,1 b	
5. P=180 + K=70	22	1,4	11	3,0 b	0,8	0,6	23	3	8	9	3,2 b	
6. P=180 + K=140	21	1,4	11	2,8 b	0,8	0,8	27	3	7	9	2,9 b	
7. P=360 + K=35	22	1,6	12	2,9 b	0,9	0,8	26	3	9	9	3,0 b	
8. P=360 + K=70	21	1,5	11	3,0 b	0,8	0,8	25	3	8	10	3,1 b	
9. P=360 + K=140	21	1,5	15	2,8 b	0,9	0,7	24	3	8	8	3,1 b	
Adic P=0 + K=35	19	1,2	13	2,7 b	0,9	0,8	27	3	10	8	4,7 a	
Test Calagem	20	1,3	10	2,7 b	0,8	0,8	28	3	8	8	4,3 a	
Média Geral	21	1,4	11	2,9	0,8	0,7	26	3	8	9	3,4	

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo (p > = 0,05). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Observa-se na Tabela 10 a influência significativa para a absorção de N, P e Zn, aos 18 map. A absorção de N foi positivamente influenciada pelo tratamento 3 representante da interação de maior dose de K com a menor dose de P. O fornecimento adequado de P e K para as plantas estimula a absorção e assimilação de nitrogênio e, conseqüentemente, o melhor desenvolvimento da árvore (GERWIG; AHLGREN, 1958; HONDA; HONDA, 1990).

O efeito interiônico entre N e K é considerado uma interação entre estes nutrientes, quando o N é aplicado em quantidade suficiente para haver elevação da produção, essa passa a ser limitada pelos baixos teores de K aplicados ao solo (DIBB; THOMPSON, 1985). Ressalta-se, ainda, que nessa condição não foram observados sintomas característicos de deficiência potássica, o que confirma uma possível formação de estoque e a utilização eficiente do mesmo pelas plantas.

A interação representada pelos tratamentos 2, 3, 4, 7 e 8 apresentaram os melhores teores para a absorção de P. Furtini Neto et al. (2001) observaram que algumas plantas acidificam excessivamente o meio e conseguem liberar o P não lábil que é aderido ao Ca, mas não se pode afirmar isso neste caso. Há também casos onde as plantas encontram baixa disponibilidade de P e tendem a otimizar seu uso (SANTOS et al., 2008b). A absorção de Zn, aos 18 map, foi significativamente negativa para a interação P x K nos tratamentos 7, 8 e 9, resultados da inibição não competitiva de absorção (MALAVOLTA et al., 1997).

Tabela 10. Análise foliar de árvores de teca aos 18 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte Variação	GL	Análise foliar aos 18 map										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		Valor de F										
Fator 1 (P)	2	0,470 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,577 ^{ns}	1,738 ^{ns}	0,354 ^{ns}	0,681 ^{ns}	2,505 ^{ns}	1,083 ^{ns}	0,349 ^{ns}	0,009*	1,333 ^{ns}
Fator 2 (K)	2	1,365 ^{ns}	0,828 ^{ns}	0,279 ^{ns}	0,009*	1,134 ^{ns}	2,783 ^{ns}	0,584 ^{ns}	1,305 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,433 ^{ns}	4,461*
Int. (P x K)	4	2,246 ^{ns}	1,887 ^{ns}	0,742 ^{ns}	1,131 ^{ns}	0,629 ^{ns}	0,871 ^{ns}	1,124 ^{ns}	0,223 ^{ns}	0,705 ^{ns}	1,776 ^{ns}	1,085 ^{ns}
Fat x Adc + Test	1	10,104*	29,440*	5,403*	0,617 ^{ns}	0,395 ^{ns}	1,071 ^{ns}	3,774 ^{ns}	0,777 ^{ns}	0,031 ^{ns}	2,220 ^{ns}	5,603*
Adc x Test	1	0,031 ^{ns}	0,000*	0,437 ^{ns}	0,187 ^{ns}	0,145 ^{ns}	0,030 ^{ns}	3,170 ^{ns}	0,046 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,227 ^{ns}	2,875 ^{ns}
Tratamentos	10	2,279*	3,930*	1,052 ^{ns}	0,882 ^{ns}	0,603 ^{ns}	1,151 ^{ns}	1,762 ^{ns}	0,649 ^{ns}	0,366 ^{ns}	1,045 ^{ns}	2,441*
Blocos	3	1,665 ^{ns}	2,761 ^{ns}	5,229*	3,515*	2,581 ^{ns}	1,501 ^{ns}	3,131*	0,411 ^{ns}	2,832 ^{ns}	2,128 ^{ns}	0,885 ^{ns}
CV%		8,21	11,00	13,94	17,27	16,87	4,32	13,13	23,08	17,88	17,70	17,43
Tratamentos		Teores de macro e micronutrientes										
----- g planta ⁻¹ -----		----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----					
1. P=90 + K=35		20 b	1,2 b	12	6,2	0,9	1,6	35	3	285	7	12,8 a
2. P=90 + K=70		20 b	1,4 a	11	7,1	0,9	1,6	31	3	245	8	15,5 a
3. P=90 + K=140		23 a	1,4 a	12	6,0	0,9	1,7	33	3	254	7	15,0 a
4. P=180 + K=35		20 b	1,4 a	11	6,7	0,9	1,6	32	3	258	7	12,8 a
5. P=180 + K=70		20 b	1,3 b	13	5,8	1,0	1,7	32	3	298	7	14,5 a
6. P=180 + K=140		21 b	1,2 b	13	6,9	1,0	1,7	37	3	276	9	16,0 a
7. P=360 + K=35		22 b	1,4 a	12	7,1	0,9	1,6	30	3	270	8	11,3 b
8. P=360 + K=70		22 b	1,4 a	12	7,3	0,9	1,7	30	3	262	8	11,7 b
9. P=360 + K=140		21 b	1,3 b	11	7,3	1,1	1,6	29	3	264	7	12,0 b
Adic P=0 + K=35		19 b	1,0 b	13	6,2	1,0	1,6	33	3	272	7	14,8 a
Test Calagem		19 b	1,0 b	14	6,5	0,9	1,6	38	3	270	7	17,8 a
Média Geral		21	1,3	12	6,6	0,9	1,6	33	3	268	8	14,4

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo (p > = 0,05). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Na Tabela 11 tem-se que aos 24 meses a única influência observada foi na absorção de P, com diferença significativa para os tratamentos 4, 8 e 9. Observa-se que a absorção dos demais nutrientes não foi influenciada pelos tratamentos, tendo como resposta o estresse sofrido pela baixa precipitação com reflexo de disfunções ao ciclo das plantas. A teca, sendo intolerante ao déficit hídrico e ao frio (WHITE, 1991), qualquer situação de estresse que seja sofrido pelas plantas pode influenciar em seus processos primários de assimilação como a absorção de CO₂ e até mesmos nos nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Já na Tabela 12 tem-se que aos 30 meses a única influência observada foi na absorção de Zn, com diferença significativa para o tratamento 9, onde a interação de P x K com suas maiores doses resultaram em uma inibição não competitiva entre P e Zn, como já mencionado anteriormente.

As doses de P e K adicionadas ao solo na implantação do experimento tiveram seu teor diluído, ao passo que contrariamente os teores de Zn apresentaram aumento na maioria das épocas significativo em média geral. As épocas avaliadas apresentaram características peculiares ao período do ano com resposta fisiológica das árvores de teca (caducifólia).

Tabela 11. Análise foliar de árvores de teca aos 24 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte Variação	GL	Análise foliar aos 24 map										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Fator 1 (P)	2	0,542 ^{ns}	3,555 [*]	0,297 ^{ns}	0,715 ^{ns}	0,026 ^{ns}	0,301 ^{ns}	0,473 ^{ns}	0,003 [*]	1,395 ^{ns}	0,476 ^{ns}	0,837 ^{ns}
Fator 2 (K)	2	0,711 ^{ns}	0,295 ^{ns}	0,659 ^{ns}	0,427 ^{ns}	0,584 ^{ns}	1,354 ^{ns}	0,140 ^{ns}	0,631 ^{ns}	0,504 ^{ns}	0,425 ^{ns}	0,270 ^{ns}
Int. (P x K)	4	1,286 ^{ns}	2,296 ^{ns}	0,540 ^{ns}	0,464 ^{ns}	0,092 [*]	0,759 ^{ns}	0,798 ^{ns}	0,179 ^{ns}	0,999 ^{ns}	0,506 ^{ns}	0,542 ^s
Fat x Adc + Test	1	0,003 ^{ns}	13,318 [*]	0,936 ^{ns}	0,662 ^{ns}	0,530 ^{ns}	1,581 ^{ns}	0,001 [*]	0,335 ^{ns}	2,423 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,285 ^{ns}
Adc x Test	1	0,473 ^{ns}	0,210 ^{ns}	0,391 ^{ns}	0,444 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,297 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,009 ^{ns}
Tratamentos	10	0,813 ^{ns}	3,041 [*]	0,540 ^{ns}	0,524 ^{ns}	0,215 [*]	0,797 ^{ns}	0,445 ^{ns}	0,232 [*]	1,051 ^{ns}	0,383 ^{ns}	0,468 ^{ns}
Blocos	3	1,640 ^{ns}	3,874 [*]	6,957 [*]	2,513 ^{ns}	4,199 [*]	3,216 [*]	0,733 ^{ns}	1,169 ^{ns}	0,333 ^{ns}	2,730 ^{ns}	0,412 ^{ns}
CV%		7,93	8,15	15,84	15,15	19,36	4,93	17,43	16,25	17,05	12,69	12,21
Tratamentos		Teores de macro e micronutrientes										
----- g planta ⁻¹ -----		----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----					
1. P=90 + K=35	21	1,1 b	0,4	3,6	0,7	1,5	18	3	62	8	4,1	
2. P=90 + K=70	21	1,1 b	0,4	3,4	0,7	1,4	19	3	67	9	3,7	
3. P=90 + K=140	22	1,1 b	0,4	3,2	0,7	1,5	20	3	79	9	3,9	
4. P=180 + K=35	21	1,2 a	0,4	3,1	0,7	1,5	20	3	70	9	4,0	
5. P=180 + K=70	22	1,1 b	0,4	3,5	0,7	1,5	18	3	64	10	4,3	
6. P=180 + K=140	20	1,1 b	0,4	3,2	0,7	1,5	18	3	65	9	4,0	
7. P=360 + K=35	20	1,1 b	0,4	3,6	0,7	1,5	18	3	76	9	4,1	
8. P=360 + K=70	23	1,2 a	0,4	3,4	0,7	1,5	21	3	72	9	4,3	
9. P=360 + K=140	22	1,2 a	0,4	3,5	0,7	1,5	21	3	74	9	4,0	
Adic P=0 + K=35	21	1,0 b	0,3	3,1	0,7	1,5	19	3	65	9	3,9	
Test Calagem	22	1,0 b	0,4	3,4	0,7	1,5	19	3	61	9	4,0	
Média Geral	21	1,1	0,4	3,4	0,7	1,5	19	3	69	9	4,0	

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo (p > 0,05). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

Tabela 12. Análise foliar de árvores de teca aos 30 map em função das interações de P x K para análise de variância e comparação de médias pelo teste de Dunnett.

Fonte Variação	GL	Análise foliar aos 30 map										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		Valor de F										
Fator 1 (P)	2	0,263 ^{ns}	0,749 ^{ns}	1,740 ^{ns}	1,604 ^{ns}	3,513*	0,291 ^{ns}	0,083 ^{ns}	0,058 ^{ns}	0,678 ^{ns}	1,714 ^{ns}	0,835 ^{ns}
Fator 2 (K)	2	0,609 ^{ns}	0,409 ^{ns}	1,553 ^{ns}	1,737 ^{ns}	2,716 ^{ns}	0,775 ^{ns}	0,117 ^{ns}	0,277 ^{ns}	0,020*	3,207 ^{ns}	2,436 ^{ns}
Int. (P x K)	4	0,384 ^{ns}	0,760 ^{ns}	0,218 ^{ns}	0,251 ^{ns}	2,226 ^{ns}	0,203 ^{ns}	1,741 ^{ns}	0,539 ^{ns}	1,782 ^{ns}	1,066 ^{ns}	0,647 ^{ns}
Fat x Adc + Test	1	2,714 ^{ns}	1,900 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,944 ^{ns}	1,406 ^{ns}	0,733 ^{ns}	0,642 ^{ns}	1,060 ^{ns}	0,648 ^{ns}	0,047 ^{ns}	5,594*
Adc x Test	1	1,188 ^{ns}	2,321 ^{ns}	3,962 ^{ns}	1,012 ^{ns}	0,776 ^{ns}	0,194 ^{ns}	0,006 ^{ns}	2,361 ^{ns}	2,764 ^{ns}	0,856 ^{ns}	2,825 ^{ns}
Tratamentos	10	0,718 ^{ns}	0,957 ^{ns}	1,147 ^{ns}	0,965 ^{ns}	2,354*	0,387 ^{ns}	0,801 ^{ns}	0,625 ^{ns}	1,194 ^{ns}	1,501 ^{ns}	1,755 ^{ns}
Blocos	3	0,289 ^{ns}	1,977 ^{ns}	3,033*	0,144 ^{ns}	5,162*	1,630 ^{ns}	0,305 ^{ns}	1,542 ^{ns}	0,936 ^{ns}	0,823 ^{ns}	2,827 ^{ns}
CV%		10,48	8,76	18,29	15,16	12,28	3,80	16,23	13,74	18,37	16,00	17,30
Tratamentos		Teores de macro e micronutrientes										
----- g planta ⁻¹ -----		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
1. P=90 + K=35		21	1,4	10	0,4	0,8	2,0	23	10	264	9	12,3 a
2. P=90 + K=70		22	1,5	10	0,4	0,8	2,0	20	11	287	9	13,8 a
3. P=90 + K=140		21	1,3	11	0,5	0,9	2,0	18	10	251	7	11,3 a
4. P=180 + K=35		23	1,5	12	0,5	0,9	2,0	19	10	261	7	11,8 a
5. P=180 + K=70		23	1,4	11	0,5	0,9	2,0	21	10	298	8	11,8 a
6. P=180 + K=140		21	1,5	13	0,5	0,9	2,0	23	10	311	7	11,5 a
7. P=360 + K=35		23	1,4	11	0,5	0,8	2,0	19	11	324	8	12,3 a
8. P=360 + K=70		23	1,4	12	0,5	1,0	2,0	21	10	251	7	12,3 a
9. P=360 + K=140		22	1,4	13	0,5	1,0	2,0	21	10	282	6	9,5 b
Adic P=0 + K=35		22	1,4	13	0,5	1,0	2,0	19	10	235	7	12,5 a
Test Calagem		20	1,3	10	0,5	0,9	2,0	20	11	295	8	15,0 a
Média Geral		22	1,4	12	0,5	0,9	2,0	20	10	278	8	12,2

GL = Grau de liberdade. Fat = Fatorial. Adc = Tratamento adicional. Test = Tratamento testemunha. CV% = Coeficiente de variação em %. * Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo (p > 0,05). As letras após as médias comparam os tratamentos em relação à testemunha.

7. CONCLUSÕES

Até os 30 meses após plantio da teca, sob condições específicas de solo e clima deste experimento, pode-se concluir que:

Não houve interação fatorial entre as adubações de P e K na época de plantio;

A teca é mais exigente ao P quando comparado ao K na adubação de plantio;

A irregularidade de chuvas tem influência significativa no desenvolvimento inicial das árvores de teca;

Para as condições a campo estudadas (adubação base: N= 90 g planta⁻¹ e V%= 70), recomenda-se a adubação de 90 g planta⁻¹ de P₂O₅ e 70 g planta⁻¹ de K₂O na época de plantio.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOD, S. A.; SIDDIQUI, M. T. Growth response of teak (*Tectona grandis* L.f.) seedlings to nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers. *Pertanika. Journal of Tropical Forest Science*. Kuala Lumpur, v. 25, n. 2, p. 107-113. 2002.

ABRAF. **Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas**. Anuário estatístico ABRAF 2013 - ano base 2012 / ABRAF. – Brasília: 2013. 148 p.

ABRAF. **Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas**. Anuário estatístico ABRAF 2011 - ano base 2010 / ABRAF. – Brasília: 2011. 140 p.

ALVARADO, A. **Diagnóstico de la nutrición y fertilización en plantaciones de teca en suelos ácidos de Panamá y Costa Rica**. XIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. nov. del 2012, Cuenca-Ecuador y en la Corporación Financiera Nacional. Guayaquil-Ecuador. Disponível em: <<http://nla.ipni.net/article/NLA-3027>> Acesso em: jan. de 2013.

ALVARADO, A. **Investigaciones Agronómicas**. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. n. 61, abr de 2006. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31A0615834C27F92852579A3006D8237/\\$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Teca.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31A0615834C27F92852579A3006D8237/$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Teca.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2013.

AREFLORESTA. **Mato Grosso tem maior área plantada de Teca da América Latina.** Notícias. 2013. Disponível em: <<http://www.arefloresta.org.br/noticias/noticia.asp?id=34>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C. Diagnostico de deficiência de macronutrientes em mudas de Teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.671. ago. 2005.

BRAGA, F. de A.; VALE, F. R. do; VENTURIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G. de A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 18-31, jan/mar. 1995.

BUFULIN, L. J. **Avaliação técnica e financeira da implantação de povoamento de teca (*Tectona grandis* L.f.).** 2001. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - FAMEV/Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2001.

CÁCERES FLORESTAL. **Manual do cultivo da teca.** Versão eletrônica atualizada em janeiro de 2006. 32 p.

CARDOSO, N. S. **Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia e relações com atividade cambial de árvores de teca (*Tectona grandis* L.f.) – Verbenaceae.** 1991. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – USP/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1991.

CARNEIRO, L. F.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. de; CURI, N.; SANTOS, J. Z. L.; LAGO, F. J. do. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1133 - 1141, jul./ago. 2008.

CENTENO, J. C. **The management of teak plantations.** 2001. Disponível em: www.itto.org.jp/newsletter/v7n2/10management.html. Acesso em: 2012.

COSTA, L. R. M.; PARREIRA, E. M. **Projeto de Implantação de 24,20 ha de Teca - *Tectona grandis*** - em Carmo do Rio Verde. 2004. Goiás. Disponível em: <http://www.pertec.org/tec.htm>>. Acesso em: 23 mai. 2013.

CHAVES, E.; FONSECA, W. **Teca (*Tectona grandis* L.f.) espécie de árbol de uso múltiple em América Central.** Turrialba, CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA - CATIE, 1991. 47 p. (CATIE - Informe Técnico, 179. Costa Rica).

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOVISI, A. A.; MAZZOCHINI, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R. P.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, abr./jun. 1997.

DIBB, D. W.; THOMPSON, J. R. Interactions of potassium with other nutrients. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF POTASSIUM IN AGRICULTURE, Atlanta, 1985. **Proceedings**. Madison, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1985. p. 515-533.

DUBOC, E. **Desenvolvimento inicial e nutricional de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado**. 2005. 153 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

EMBRAPA - Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Silvicultura de espécies florestais em Rondônia**. 2004. Disponível em: <<http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/bases/teca.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400p.

FAVARE, L. G. **Doses crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio e diferentes níveis de saturação por bases em relação ao desenvolvimento e nutrição mineral de Teca (*Tectona grandis* L.f.), sob condições de vaso**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista; Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2010.

FAVARE, L. G.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C. Níveis crescentes de saturação por bases e desenvolvimento inicial de Teca em um Latossolo de textura média. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 693-702, out./dez. 2012.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. do. Crescimento inicial, níveis críticos de fosforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, jun. 2000.

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

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

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GAVA, J. L. **Efeito comparativo de fontes e doses de fósforo em plantios de eucalipto**. Relatório Técnico da Companhia Suzano de Papel e Celulose, 25p, 2003.

GERWIG, J. L.; AHLGREN, G. H. The effect of different fertility levels on yield, persistence, and chemical composition of alfalfa. **Agronomy Journal**, Ohio, v.50, n.6, p.291-294, 1958.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) submetidas a doses de N, P, K, Ca e Mg. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 219-228. abr. 2012.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. An evaluation of minimum and intensive soil preparation regarding fertility and tree nutrition. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. p.13-64.

HONDA, C. S.; HONDA, A. M. **Cultura da alfafa**. São Paulo: Livro cereis, 1990. 245p.

JAYAMADHAVAN, A.; SUDHAKARA, K.; WASHID, P. A. Methods of leaf sampling in teak (*Tectona grandis*) for nutrient analysis. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v. 12, n. 2, p. 227 – 237. 2000.

KRISHNAPILLAY, B. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. **Unasylva**, Roma, v. 51, n. 201, 14-21 p. 2000.

LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variations in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, United States, v. 23, p. 188 - 261, 1992.

LAURIE, M. V. Teak and its Lime Requirements. **Indian Forester**, Dhera Dun, v. 67, n. 8, p. 337-381. 1931.

LIMA, H. N.; VALE, F. R.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N. Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta a adubação mineral com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 189-195, out. 1997.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. 1.ed. Nova Odessa: Platarum, 2003. 352p.

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, n.1, p. 61-69, jan./mar. 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MATRICARDI, W. A. T. **Efeitos dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da Teca (*Tectona grandis* L.f.) cultivada na grande Cáceres-Mato Grosso**. 1989. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1989.

MENDONÇA, A. V. R.; NOGUEIRA, F. D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J. S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, jul./dez. 1999.

OLIVEIRA, J. R. V. **Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem e adubação de povoamentos de Teca - Nutriteca**. 2003. 93 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2003.

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

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

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres/Potafós, 1991. 343 p.

RENÓ, N. B.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.1. p.17-25. jan. 1997.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, nov. 1999.

SANGUINO, A. C. Custos de implantação e rentabilidade econômica de povoamentos florestais com teca no estado do Pará. **Revista Ciência Agrária**, Belém, n. 52, p. 61-78, jul./dez. 2009.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed). **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il. Inclui apêndices.

SANTOS, J. Z. L.; RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; CORTE, E. F. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 799-807, set./out. 2008a.

SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 3, p. 453-458, set. 2008b.

SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO, Junior; E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v.28, n.2, p.173-181, mar./abr. 2004.

SCHUBERT, T. H. *Tectona grandis*, teak. In: SCHOPMEYER, C. S. (tech. Coord). Seeds of woody plants in the United States. **Agriculture Handbk.** 450.: USDA Forest Service: 803B804. 1974.

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

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (bentham) brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 149-155, fev. 2004.

SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRA, J. R. V. **Diagnóstico das plantações florestais em Mato Grosso**. Cuiabá: Central de texto, 2007. 63 p.

SILVA, A. R. M. da; TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; FIGUEIREDO, A. F. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p. 195 - 200, jun. 2007.

SILVA, I. R.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; VALE, F. R. do. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.2. p. 205-212, fev. 1997.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.107-116, jul./dez. 2002.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e Adubação Potássica em *Eucalyptus*. **POTAFÓS**. Informações Agronômicas. n. 19. set. 2000.

SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. do. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria augustifolia* (Bert.) O. Ktze cultivada em vaso. **IPEF**, Piracicaba, v.4. n. 7, p. 3-40, out. 1973.

SORREANO, M. C. M. **Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas**. 2006. 296 f. Tese. (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In: SANTAREM, E. R. et al. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 613-641.

TANAKA, N.; HAMAZAKI, T.; VACHARANGKURA, T. Distribution, growth and site requirements of teak. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Tokyo, v. 32, p. 65-77, 1998.

TEWARI, D. N. **Monograph on Teak** (*Tectona grandis* L. f) Dehra Dun-India, 1999. 478 p.

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

TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; SILVA JÚNIOR, C. H.; SOUZA, P. A. de; BATISTA, I. M. P.; VENTURIN, N. Desenvolvimento de mudas de *Swietenia macrophylla* em resposta a nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 471-490, jul./set. 2011.

VENTURIN, R. P. **Diagnose foliar em eucalipto: Relação dos teores foliares com parâmetros de crescimento e teores no solo em duas épocas de coleta**. 1996. 55 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; MARCOLAN, A. L.; MENDES, A. M. **Efeito de fósforo e potássio no crescimento de teca (*Tectona grandis* L.f.) em solo de baixa fertilidade no Estado de Rondônia**. Porto Velho, EMBRAPA RONDONIA – CPAF. 2011. 4 p. (EMBRAPA RONDONIA - CPAF – XXX. Circular Técnica, 120).

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; BARICHELO, L. R.; FIGUEREDO, O. A. T.; D'ÁVILA, M. Efeito de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: SBCS, 2001. p.149.

WALLAU, R. L. R. de; BORGES, A. R.; ALMEIDA, D. R. de; CAMARGOS, S. L. Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 304 - 310, out./dez. 2008.

WEAVER, P. L. *Tectona grandis* L.f. **Teak**. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1993. 18 p.

WHITE, K. J. **Teak**: some aspects of research and development. Bangkok: FAO, 1991.