

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**ABSORÇÃO E ACÚMULO DE SILÍCIO E SEU EFEITO SOBRE O
CRESCIMENTO DE ESPÉCIES DE *Eucalyptus***

DANIELA MARQUES CARNEIRO

LÍSIAS COELHO
(Orientador)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Março – 2006

**ABSORÇÃO E ACÚMULO DE SILÍCIO E SEU EFEITO SOBRE O
CRESCIMENTO DE ESPÉCIES DE *Eucalyptus***

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 22/03/2006

Prof. Lísias Coelho, Ph. D
(Orientador)

Prof. Dr. Antonio Nolla
(Co-orientador)

M.Sc. Ana Cristina Pereira Campos
(Membro da Banca)

Uberlândia – MG
Março-2006

ÍNDICE

RESUMO	
1- INTRODUÇÃO.....	04
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	07
2.1 - Histórico da introdução do gênero <i>Eucalyptus</i> no Brasil.....	07
2.2 - O gênero <i>Eucalyptus</i>	08
2.3 - Espécies de <i>Eucalyptus</i>	08
2.3.1 - <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.....	08
2.3.2 - <i>Eucalyptus grandis</i> Hill W. Ex Maiden.....	09
2.3.3 - <i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell.....	09
2.4 - Características do sílicio.....	10
2.4.1 - Localização e comportamento do sílicio nas plantas.....	11
2.4.2 - Benefícios do sílicio.....	14
2.4.3 - O sílicio e seu efeito sobre outras culturas.....	15
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 - Local, data e delineamento.....	18
3.2 - Tratamentos.....	18
3.3 - Instalação.....	19
3.4 - Análise do efeito de sílicio no crescimento da planta.....	20
3.5 - Análise do sílicio absorvido pelo sistema radicular, caule e folhas.....	21
3.6 - Análise da eficiência de absorção e utilização de sílicio pela planta.....	21
3.7 - Análise Estatística.....	21
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 - <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.....	22
4.2 - <i>Eucalyptus grandis</i> Hill W. Ex Maiden.....	25
4.3 - <i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell.....	29
5- CONCLUSÕES.....	32
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
APÊNDICE.....	36

RESUMO

O silício é um micronutriente fundamental para o desenvolvimento, entretanto possui uma grande dificuldade de translocar dentro dos vegetais, com exceção das gramíneas. Um experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, MG, no período de 24 de maio a 27 de julho de 2005, com o objetivo de avaliar a absorção e acúmulo de silício em diferentes espécies de *Eucalyptus*, bem como o seu efeito sobre o crescimento e a produção de matéria seca. O experimento foi conduzido em recipientes de PVC, contendo a solução de Hoagland e as doses de silicato de potássio (0-testemunha, 5, 10, 50 e 100 ppm), com 4 repetições, de acordo com o tratamento, contendo duas plantas de eucalipto em cada um, mantidas na solução durante 2 meses, havendo a troca de solução a cada 15 dias. As avaliações da altura da planta, diâmetro do caule e comprimento de raiz foram realizadas após cada troca de solução, e as avaliações do teor de silício absorvido e acumulado (g/kg) na raiz, caule e folha, foram realizadas 120 dias após o início do experimento, bem como a produção de matéria seca (g/planta). Não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha, para altura de planta, em *E. grandis* e *E. pellita* e para diâmetro de caule, em *E. grandis*. Quanto ao comprimento de raiz, nenhuma das espécies foi responsiva as doses crescentes de silicato de potássio. A espécie *E. grandis* apresentou incremento tanto na altura de planta quanto no diâmetro de caule, porém não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha. Quanto ao teor de silício absorvido e acumulado (g/kg), somente nas folhas de *E. citriodora* e nas raízes e folhas de *E. pellita* ocorreu aumento na absorção de silício de acordo com as doses crescentes de silicato de potássio. Para a avaliação do teor de SiO₂ (%) e classificação da planta, *E. citriodora* e *E. pellita* foram consideradas como plantas não-acumuladoras de Si e *E. grandis* como planta intermediária em suas partes (raiz, caule e folha) e total. Para a produção de matéria seca (g/planta), a aplicação de doses crescentes de silicato de potássio somente proporcionou efeito significativo no acúmulo de matéria seca para *E. grandis*, porém não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha.

1 – INTRODUÇÃO

O eucalipto é a árvore mais plantada no mundo, com mais de 17,8 milhões de hectares, sendo o Brasil o segundo maior país em área plantada, com cerca de três milhões de hectares, ultrapassado apenas pela Índia, cujos plantios totalizam oito milhões de hectares, aproximadamente (FAO, 2000). Enquanto na Índia o plantio é extensivo e de baixa produtividade, no Brasil a eucaliptocultura é intensiva e baseada principalmente em florestas clonais formadas com materiais-elite e de elevada produtividade média, chegando a atingir valores da ordem de 45-60 m³/ha/ano (MORA; GARCIA, 2000). A expansão dos plantios de eucalipto nos últimos anos tem suprido a crescente demanda de biomassa lenhosa, ou seja, matéria-prima com propriedades tecnológicas para a produção de celulose e papel, carvão vegetal, óleos essenciais, madeira sólida para serraria, postes de eletricidade, mourões de cerca e para construção civil, entre outras. Mais recentemente, o setor privado demonstrou interesse pelo plantio e uso de florestas de eucalipto para fixação de carbono (CO₂) na atmosfera, visando reduzir sua concentração (ALFENAS et al., 2004).

Trata-se de uma árvore exótica, ou seja, não pertencente à flora natural do Brasil. Foi trazido no início do século XIX, proveniente da Austrália, onde existem mais de 600 espécies (ARAÚJO, 2001). É a essência florestal mais adotada nos programas de reflorestamento no Brasil. Sua característica de rápido crescimento, boa adaptação às condições edafoclimáticas existentes em expressiva área do país, principalmente as da região do cerrado, explicam a participação importante dessa essência nos povoamentos tecnicamente implantados para fins de reflorestamento (BARROS, 1990).

O aumento crescente de áreas reflorestadas, principalmente a partir da implementação iniciada em meados da década de 60, como consequência da lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento, tornou imperioso o aumento do número de mudas produzidas e, também, a necessidade de essas mudas serem de boa qualidade e apresentarem um menor custo de produção (BARROS, 1990).

Na década de setenta, foram plantados mais de dois milhões de hectares de eucalipto no estado de Minas Gerais, onde estão os maiores maciços florestais plantados de todo o planeta. Estes plantios foram feitos para atender principalmente à necessidade de madeira para a produção de carvão para a siderurgia e de celulose para as indústrias de papel (ARAÚJO, 2001).

Algumas espécies foram selecionadas e desenvolvidas geneticamente para as condições de clima e de solo das diversas regiões do país. Híbridos de alta produtividade foram obtidos após anos de pesquisa e hoje os plantios são feitos normalmente pelo processo de clonagem (ARAÚJO, 2001).

Essa demanda pelo maior número de mudas produzidas exige que as mesmas sejam de qualidade, isentas de doenças e pragas iniciais. Para isso é importante o estudo

dos efeitos dos nutrientes, bem como sua absorção e atuação na planta, principalmente no que se trata de ocorrência de doenças.

Silveira e Higashi (2003) consideram que a atuação dos nutrientes no metabolismo das plantas mostra efeitos sobre o crescimento, produtividade e, secundariamente, sobre a resistência de plantas ao ataque de pragas e doenças.

Elementos minerais como o silício, proporcionam aumento da resistência das plantas ao ataque de patógenos (SILVEIRA; HIGASHI, 2003), determinando, juntamente com a composição genética da planta, o potencial de produção e a tolerância às pragas e, principalmente, às doenças (ARAÚJO, 2004).

De acordo com Fawe et al. (2001), o elemento silício pode ser utilizado na prevenção e controle de doenças através do seu acúmulo nas paredes celulares, impedindo a penetração do patógeno, não só em gramíneas, mas também em diferentes espécies de dicotiledôneas.

Dessa forma o presente estudo, teve como objetivo avaliar a absorção e acúmulo de silício em diferentes espécies de *Eucalyptus*, em diferentes doses, bem como o seu efeito sobre o crescimento e a produção de matéria seca, a fim de determinar seus benefícios para essa essência florestal.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Histórico da introdução do gênero *Eucalyptus* no Brasil

Originário da Austrália, a introdução do gênero *Eucalyptus*, no Brasil, ocorreu no início do século XIX, com evidências de que as primeiras árvores teriam sido plantadas em 1825, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Até o início deste século, o eucalipto foi plantado com a finalidade de ornamentação ou para servir de quebra-ventos, pelo seu extraordinário desenvolvimento. Todavia, o responsável pela introdução de plantações econômicas foi o silvicultor Edmundo Navarro de Andrade, depois de estudar várias espécies nativas - como peroba, cabreúva, jequitibá, jacarandá-paulista, pinheiro-do-paraná e cedro - e outras exóticas, como *Eucalyptus globulus*, implantado com sementes trazidas de Portugal (PEREIRA et al., 2000).

Em testes desenvolvidos entre 1904 e 1909, no Horto de Jundiaí-SP, o eucalipto se destacou de tal forma que a então Companhia Paulista de Estradas de Ferro, hoje Ferrovia Paulista S.A. - FEPASA, optou pelas espécies desse gênero para produzir lenha para suas locomotivas. Em 1909, haviam sido plantados 470.000 hectares de

eucalipto em todo o Brasil, 80% dos quais situavam-se no Estado de São Paulo. A partir de 1966, quando passou a vigorar a Lei 5.106 dos incentivos fiscais ao reflorestamento, até o ano de 1986, foram plantados 3,2 milhões de hectares. Em 1987, foram abolidos tais incentivos. Contudo, a tecnologia desenvolvida neste período encontra-se fortalecida e completamente absorvida pelas indústrias florestais (PEREIRA et al., 2000).

2.2 - O gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* pertence à divisão Angiospermae, à classe Dicotyledoneae e à família Myrtaceae, e possui mais de 600 denominações diferentes, incluindo espécies, variedades e híbridos. Ocorre em uma gama de condições ambientais que vão desde áreas pantanosas, até muito secas, solos de baixada, de alta fertilidade, até solos arenosos muito pobres. Além disso, ocupa ambientes altamente variáveis, tanto em termos de precipitação quanto de temperaturas. Toda essa diversidade ambiental concentra-se principalmente no continente australiano (PAULA, 2002).

2.3 - Espécies de *Eucalyptus*

2.3.1 - *Eucalyptus citriodora* Hook (*Corymbia citriodora* Hill & Johnson)

É uma árvore média a grande, ocasionalmente podendo atingir 50 m de altura, com excelente forma do tronco, a casca é lisa branca e com manchas e a folhagem rala. A madeira é muito utilizada para construções, estruturas, caixotaria, postes, dormentes, mourões, lenha e carvão (FERREIRA, 1979).

No Brasil, sua madeira tem sido utilizada para a produção de carvão vegetal, de boa qualidade. Tem apresentado um bom desenvolvimento nos estados de São Paulo e de Minas Gerais, embora um pouco inferior às espécies *E. grandis* e *E. pellita*. Tem sido cultivada também para a extração de óleo essencial, que ocorre em teor elevado em suas folhas (AGUIAR et al., 2002).

Tolera uma ampla variação de solos que vão dos argissolos à neossolos nos vales (FERREIRA, 1979).

2.3.2 - *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden

Árvore muito alta (45 a 55 m) e grossa, excepcionalmente pode atingir 75 m de altura. O tipo de casca é lisa (FERREIRA, 1979).

A madeira de *E. grandis* é leve e fácil de ser trabalhada. Utilizada como madeira de construção, quando oriunda de plantações de ciclo longo e para caixotaria quando produzida em ciclos curtos. Plantações, convenientemente manejadas, podem produzir madeira excelente para serraria e laminação. É a principal fonte de matéria prima para celulose e papel do Estado de São Paulo (FERREIRA, 1979).

Tem apresentado excelente incremento, forma e qualidade da madeira em condições ambientais adequadas, o seu incremento é superior a qualquer outra espécie do gênero (AGUIAR et al., 2002).

2.3.3 - *Eucalyptus pellita* F. Muell

É uma árvore de tamanho médio superando os 40 m de altura. O tipo de casca é fibrosa, com a madeira vermelha e o fruto grande (FERREIRA, 1979).

Ocorre em topografia ondulada, limitada por precipícios, em terrenos bem drenados a levemente encharcados. Prefere vales, na parte seca e quente próximo a ribeirões. Os solos variam de rasos e arenosos (derivados de arenito) a argilosos e profundos (FERREIRA, 1979).

A madeira é muito utilizada para construções e estruturas. Há necessidade de estudos mais detalhados para se determinar a viabilidade de outras utilizações no Brasil (FERREIRA, 1979).

2.4 - Características do silício

Até 2003, o silício não era considerado entre o grupo de elementos benéficos para o crescimento e desenvolvimento das plantas, porque a sua função ainda não havia sido bem esclarecida (KORNDÖRFER et al., 2003). No entanto, a partir do decreto lei número 4954 (que regulamenta a lei 6894 de 16/01/1980), aprovado em 14 de janeiro de 2004 (BRASIL, 2004), que dispõe sobre a legislação de fertilizantes, o silício está sendo considerado micronutriente benéfico.

O silício é o segundo elemento mais abundante, em peso na crosta terrestre, sendo componente majoritário de minerais do grupo dos silicatos (RAIJ, 1991). Ocorre em elevadas concentrações nos solos, no entanto não ocorre na natureza em sua forma elementar, aparecendo principalmente, na forma de silicatos e no quartzo (SiO_2 – mineral inerte das areias). A maioria dos solos contém consideráveis quantidades de silício, porém, cultivos consecutivos podem reduzir o nível deste elemento até um ponto em que a adubação com silício seja necessária para obtenção de máximas produções. Os principais solos do cerrado apresentam alto grau de intemperismo, com alto potencial de lixiviação,

baixa saturação de bases, baixos teores de Si-trocável, apresentando portanto, baixa capacidade de fornecimento de Si disponível para as plantas. Estes solos apresentam como características a baixa fertilidade natural e alta acidez, além de possuírem elevados teores de sesquióxidos de Fe e Al que contribuem para a alta capacidade de absorção de fósforo (KORNDÖRFER et al., 2003).

Os silicatos comportam-se de maneira similar aos carbonatos no solo, sendo capazes de elevar o pH, neutralizando o alumínio trocável e outros elementos tóxicos, como Fe e Mn, além de serem ricos em cálcio e magnésio. Apresentam ainda, em sua composição, alguns dos principais macro e micronutrientes requeridos na agricultura e em plantações florestais, como fósforo, ferro e manganês (KLUGER, 1989).

Como fontes de silício podem ser citados as escórias de altos-fornos, constituídos de silicatos de cálcio e outros metais, o silicato de sódio e o termofosfato sílico-magnésiano (RAIJ, 1991).

2.4.1 – Localização e comportamento do silício nas plantas

O Si é um micronutriente fundamental para o desenvolvimento, entretanto possui uma grande dificuldade de translocar dentro dos vegetais, com exceção das gramíneas. O silício se acumula nos tecidos de todas as plantas, representando entre 0,1 e 10% da matéria seca das mesmas (KORNDÖRFER et al., 2003). Frey-Wyssling citado por Jones e Handreck (1967), sugere que a absorção de silício da solução do solo para a planta em gramíneas pode ocorrer de forma passiva e por processo não seletivo, com o elemento acompanhando o fluxo de massa da água, que penetra nas raízes das plantas. Sendo o composto de silício presente na fase líquida do solo, na faixa de pH de 4 a 9, o monômero

do ácido monossilício H_4SiO_4 , que desprovido de carga elétrica, é a forma pela qual o elemento é absorvido pelas plantas, acumulando-se na parede celular, principalmente dos vasos do xilema (CARVALHO et al., 2003). No interior da planta, 99% de Si acumulado encontra-se na forma de ácido silícico polimerizado e o restante, 1%, encontra-se na forma coloidal ou iônica (KORNDÖRFER et al., 2003).

O Si, ao ser absorvido pelas plantas, é translocado no xilema, e tem tendência natural a se polimerizar. Na planta, o silício concentra-se nos tecidos de suporte, do caule e das folhas, podendo ser encontrado em pequenas quantidades nos grãos. O silício adsorvido acumula-se nas células epidérmicas e sua translocação é regulada pela taxa de transpiração (KORNDÖRFER et al., 2003).

O efeito da proteção mecânica do Si nas plantas é atribuído, principalmente, ao seu depósito na forma de sílica amorfa e hidratada ou opala ($SiO_2 \cdot nH_2O$), tornando-se imóvel e não se redistribuindo nas plantas, ficando retida em sua maioria, na parede celular. A acumulação de sílica nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma camada dupla de sílica cuticular, que ocasiona uma redução da transpiração aumentando a resistência a estresse hídrico (KORNDÖRFER et al., 2003).

As plantas superiores podem ser classificadas, em relação ao acúmulo de Si, e em relação à razão Si/Ca na matéria seca como acumuladoras, intermediárias e não acumuladoras. Algumas gramíneas forrageiras, o arroz e a cana-de-açúcar apresentam grande acúmulo de Si, sendo consideradas, portanto, como plantas acumuladoras de Si (KORNDÖRFER et al., 2003), como é o caso da maioria das gramíneas, contendo de 10 a 15% de SiO_2 . Plantas intermediárias, com teores variando de 1 a 5% de SiO_2 (cereais e

poucas dicotiledôneas), enquanto as plantas não-acumuladoras, incluindo a maioria das dicotiledôneas, apresentam < 0,5% de SiO₂ (CARVALHO et al., 2003).

De modo geral, nas monocotiledôneas, o destino da maior parte do Si transportado das raízes pela corrente transpiratória é acumulado (precipitado) como SiO₂ em órgãos da parte aérea, tornando-se imóvel e, portanto, não sendo redistribuído. Para essas espécies, embora não seja considerado um elemento essencial, o Si desempenha um papel importante para o crescimento e a produtividade (CARVALHO et al., 2003).

Independentemente do vegetal estudado, parece que a deposição do elemento nas raízes está relacionada com a conservação da água necessária ao vigor dos tecidos durante os períodos de estresse hídrico. A própria química do Si reforça o papel do SiO₂ como amenizante do estresse hídrico. Possuidor de geometria tetraédrica como o carbono, o Si⁴⁺ presente no SiO₂ estabiliza-se com quatro ligações químicas de igual tamanho, sendo comum, por isso, a representação do ácido silícico, H₄SiO₄, na forma Si(OH)₄. Para chegar a essa estrutura estável, o SiO₂ combina-se facilmente com moléculas de água, de acordo com a reação SiO₂ + 2H₂O → H₄SiO₄. Assim, as moléculas de H₄SiO₄ poderiam ser consideradas “reservatórios de água” em períodos de estresse hídrico (CARVALHO et al., 2003).

Depósitos radiculares de Si foram detectados principalmente em dicotiledôneas, nas quais o teor de SiO₂ nas raízes é relativamente alto em relação à parte aérea. Tal deposição de Si foi observada em espécies como pepino, soja e tomate. Existem muitas informações disponíveis sobre o comportamento do Si em plantas, com maior ênfase no crescimento e produtividade de gramíneas, o mesmo valendo para legumes e cereais de maior importância econômica. Contudo, poucos esforços têm sido dedicados às

espécies arbóreas, como é o caso do eucalipto, amplamente difundido nos reflorestamentos pelo Brasil (CARVALHO et al., 2003). Poucas são as informações referentes a esse elemento no eucalipto como: quantidade acumulada nas árvores e exportada pela colheita da madeira, efeitos sobre o crescimento, qualidade do produto e ocorrência de doenças (SILVEIRA; HIGASHI, 2003).

2.4.2 - Benefícios do silício

De modo geral, a adubação das culturas com produtos ricos em silício resulta em aumentos no crescimento e na produtividade de muitas gramíneas, como arroz, cana-de-açúcar, cevada, centeio, sorgo, milheto, aveia, trigo, milho, grama kikuyu, grama bermuda, capim guiné e em algumas espécies não gramíneas ou dicotiledôneas como soja, feijão, alfafa, tomate, alface, pepino e repolho, que apresentam aumentos de produtividade com o aumento da disponibilidade de Si no solo para as plantas (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995; UITDEWILLIGEN, 2003).

São reconhecidas as suas influências na resistência das plantas ao ataque de insetos, nematóides, bactérias e fungos, na melhoria do estado nutricional, sendo observada uma redução na toxidez de Fe, Mn, Al e Na, diminuição do acamamento, redução da transpiração e, possivelmente, também em alguns aspectos da eficiência fotossintética. O Si é um elemento químico envolvido em funções físicas de regulação de evapotranspiração e capaz de formar uma barreira de resistência mecânica à invasão de fungos e bactérias no interior da planta, dificultando também, o ataque de insetos sugadores e mastigadores (KORNDÖRFER et al., 2003).

Tem-se constatado efeito benéfico desse elemento no controle de doenças de plantas. O silício proporciona mudanças anatômicas nos tecidos como células epidérmicas mais grossas, deposição de sílica nas células da camada epidérmica, proporcionando resistência física à penetração dos patógenos. Além da função estrutural, o silício exerce a função de ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa. Os locais de penetração dos fungos apresentam maior acúmulo de silício. Nesses pontos de infecção ocorre um aumento da síntese de compostos fenólicos, as fitoalexinas, que atuam como substâncias inibidoras ao desenvolvimento dos fungos. A alta concentração de Si causa uma maior silicificação e lignificação dos tecidos, a presença de compostos organosilicatados aumenta a estabilidade da parede celular contra a degradação enzimática de patógenos e ocasiona uma maior síntese de compostos fenólicos (SILVEIRA; HIGASHI, 2003).

2.4.3 – O silício e seu efeito sobre outras culturas

A maioria dos trabalhos com silício está relacionada com o arroz. Segundo Okuda e Takahashi (1964) *apud* Bonadio (2004), o Si aumenta o suprimento de oxigênio para as raízes e seu poder de oxidação, na proporção que é absorvido pela planta. Além disso, segundo os mesmos autores, as plantas desenvolvidas em solução nutritiva contendo Si produziram mais matéria verde, aumentaram a relação P/Fe e P/Mn e promoveram a translocação do fósforo absorvido para a parte aérea e panículas. No entanto, os benefícios do Si variam de uma espécie vegetal para outra. Muitos estudos mostram que o Si tem efeito direto e indireto no crescimento do arroz, segundo Takahashi et al. (1990) *apud* Bonadio (2004). Em sementeiras, aplicações de silicato aumentaram o número de folhas e o

peso seco de plantas de arroz, segundo Lee et al. (1985) *apud* Bonadio (2004). O silício também aumentou o número de espiguetas na panícula e favoreceu uma melhor formação da casca dos grãos, influenciando na qualidade desses, segundo Korndörfer et al. (1999a) *apud* Bonadio (2004). Para Thiagalingan et al. (1975) *apud* Bonadio (2004) a aplicação de silício na cultura do sorgo reduziu o ataque de fungos (*Monochaetia*) por formar uma barreira mecânica capaz de reduzir a intensidade de penetração do patógeno nas células do sorgo. Para cana-de-açúcar, Korndörfer et al. (1998) *apud* Bonadio (2004) também observaram que a aplicação de silício aumentou o acúmulo de silício foliar da cultura. Em tomateiro, entretanto, Myake e Takahashi (1983) *apud* Bonadio (2004), observaram que com o aumento das doses de silício na cultura do tomateiro, não houve translocação do silício em grandes quantidades para a parte aérea da planta.

No eucalipto, Carvalho et al. (2003), realizou um experimento estudando a absorção e translocação de silício em mudas de *E. grandis* cultivadas em latossolo e cambissolo. Na fase inicial de crescimento (60 dias), as mudas absorveram muito pouco Si independentemente da dose do elemento, apesar do aumento da produção de matéria seca de raízes e do conteúdo de Si nas plantas, fato similar foi observado no estágio inicial de desenvolvimento de plantas monocotiledôneas, como trigo e centeio, e das dicotiledôneas pepino e soja, tendo havido redução no transporte de Si com o tempo. A eficiência de translocação foi máxima aos 60 dias, ficando a maior parte do elemento retida nas raízes a partir dessa época. Principalmente nas plantas cultivadas no Latossolo, houve retenção de Si nas raízes a partir dos 60 dias, semelhantemente ao que foi relatado para uma outra dicotiledônea, o tomateiro que, em qualquer estágio vegetativo, acumula o elemento preferencialmente nas raízes. Nesse contexto, a retenção de Si pelo sistema radicular

poderia constituir estratégia de resistência da planta ao déficit hídrico, já que, nesses períodos, o sistema radicular do eucalipto utilizaria a água necessária preferencialmente das moléculas de H_4SiO_4 resultantes da hidratação da sílica (SiO_2) depositada nas raízes. As observações reforçam a possível existência de algum mecanismo de controle do transporte de Si nas plantas de eucalipto, à semelhança do que ocorre em duas outras dicotiledôneas: o tomate e o pepino (CARVALHO et al., 2003).

Em ambos os solos analisados, a eficiência obtida no tratamento-controle, sem adição de Si, praticamente não diferiu das demais doses, tendo, inclusive, superado os valores de eficiência de utilização observados nas doses mais elevadas. Portanto, as variações da eficiência de utilização de Si pelo eucalipto em função das doses do elemento e da época de avaliação parecem estar mais ligadas às características de crescimento (taxa de incremento de produção de matéria seca ao longo do período de condução do ensaio) inerentes à espécie (CARVALHO et al., 2003).

Carvalho e colaboradores (2003), consideraram que o eucalipto não é uma planta acumuladora de Si, à semelhança da maioria das dicotiledôneas, embora seja responsiva ao mesmo. O teor de SiO_2 na matéria seca da parte aérea naquele ensaio está abaixo de 0,5 %.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Local de instalação, data e delineamento

O experimento foi instalado na casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (MG), no período de 24 de maio a 27 de julho de 2005. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco doses de silicato de potássio e quatro repetições.

3.2 - Tratamentos

Os tratamentos constituíram de três espécies diferentes de *Eucalyptus* adquiridas do IPEF (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – ESALQ - Piracicaba-SP), como mostra a Tabela 1:

Tabela 1. Descrição das espécies de *Eucalyptus* avaliadas no experimento.

Espécie	Procedência	Origem
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Restinga-SP	QLD-Austrália
<i>Eucalyptus grandis</i>	Lençóis Paulista-SP	-
<i>Eucalyptus pellita</i>	Anhembi-SP	-

As mudas de eucalipto (*E. grandis*, *E. citriodora* e *E. pellita*) foram produzidas em espuma fenólica em recipientes com água, a adubação com fertilizante líquido Ouro Verde (Apêndice, 1A) foi realizada a cada 7 dias.

Foram testadas cinco diferentes doses de silicato de potássio: 0-testemunha, 5, 10, 50 e 100 ppm, diluídos em solução nutritiva de Hoagland (Apêndice, 2A).

Formam-se, portanto, os tratamentos, como mostra a Tabela 2:

Tabela 2. Descrição dos tratamentos avaliados no experimento.

Tratamento	Espécie	Dose (ppm)
1	<i>E. citriodora</i>	0
2	<i>E. citriodora</i>	5
3	<i>E. citriodora</i>	10
4	<i>E. citriodora</i>	50
5	<i>E. citriodora</i>	100
6	<i>E. grandis</i>	0
7	<i>E. grandis</i>	5
8	<i>E. grandis</i>	10
9	<i>E. grandis</i>	50
10	<i>E. grandis</i>	100
11	<i>E. pellita</i>	0
12	<i>E. pellita</i>	5
13	<i>E. pellita</i>	10
14	<i>E. pellita</i>	50
15	<i>E. pellita</i>	100

3.3 - Instalação

O experimento foi conduzido em 60 recipientes de PVC com capacidade para 1,3 L contendo a solução de Hoagland e a dose de silicato de potássio de acordo com o tratamento, contendo duas plantas de eucalipto em cada um. O transplântio das mudas para os recipientes foi feito quando estas apresentavam 3 meses de idade com altura média de 11 cm para *E. citriodora*, 13 cm para *E. grandis* e 16,5 cm para *E. pellita*. As mudas de

eucalipto foram colocadas em suportes circulares de isopor, com 10 cm de diâmetro, e mantidas na solução em saco plástico durante 2 meses, havendo a troca da solução a cada 15 dias.

As avaliações de altura de planta (cm), diâmetro do caule (mm) e comprimento de raiz (cm) foram realizadas após cada troca de solução. As avaliações do teor de silício absorvido e acumulado (g/kg) para raiz, caule e folha, foram realizadas 120 dias após a instalação do experimento, analisando-se também a produção de matéria seca (g/planta).

Após os períodos de crescimento pré-estabelecidos e as avaliações, as plantas foram retiradas da solução, separadas em folhas, caule e raiz, determinada a massa fresca, e colocadas em uma estufa (65 °C) dentro de sacos de papel durante 2 dias para secagem do material, e após este processo foi determinada a massa seca.

3.4 - Análise do efeito de Si no crescimento da planta

O efeito do Si no crescimento da planta, foi avaliado de acordo com a altura de planta (cm), o diâmetro do caule (mm) e o comprimento de raiz (cm) de cada tratamento e espécie, que foram medidos a cada 15 dias. Sendo a medida inicial não utilizada, porém, além da análise da medida final, também foi feita a análise do incremento dessas três avaliações.

A altura de planta e comprimento de raiz foram medidas com uma régua graduada, e o diâmetro de caule com um paquímetro.

3.5 - Análise do Si absorvido pelo sistema radicular, caule e folhas

O procedimento de análise e determinação de silício no tecido vegetal foi realizado segundo Korndörfer et al. (2004). Por este método, o tecido da planta é digerido com NaOH e H₂O₂ numa autoclave, e a determinação é feita colorimetricamente.

3.6 - Análise da eficiência de absorção e utilização de silício pela planta

A eficiência de absorção e utilização do Si pelas mudas de eucalipto foi avaliada de acordo com a produção de matéria seca, através do peso da massa seca (g) de diferentes partes (raiz, caule e folha) e total de cada tratamento e espécie.

3.7 - Análise Estatística

A análise estatística dos dados, foi feita com o programa de Informática aplicada à Experimentação Agrícola SANEST, onde foi utilizado análise de regressão polinomial para as doses crescentes de silicato de potássio (fator quantitativo) e as variáveis (altura de planta, diâmetro de caule, comprimento de raiz e seus incrementos, teor de silício e produção de matéria seca).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Eucalyptus citriodora Hook

As análises das avaliações de altura de planta, diâmetro de caule e comprimento de raiz não houve diferenças significativas entre as doses aplicadas, como mostra a Tabela 3. Também não houve incremento de crescimento quanto a essas avaliações e as doses crescentes de silicato de potássio.

Nas análises dos teores de silício absorvido e acumulado (g/kg) em diferentes partes (raiz, caule e folha) da planta, não houve diferenças significativas para o teor de silício encontrado na raiz entre as doses aplicadas. Nas folhas percebe-se que a aplicação de doses crescentes de silicato de potássio na solução nutritiva proporciona um aumento crescente e linear de Si (Figura 1). Não houve acúmulo de silício no caule desta espécie, como mostra a Tabela 4.

Tabela 3. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia no crescimento de *E. citriodora*.

DOSE	ALTURA (cm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	12,4	20,4 ns	8,0 ns
5	12,4	19,4 ns	7,0 ns
10	10,8	17,4 ns	6,6 ns
50	12,0	19,6 ns	7,6 ns
100	9,6	15,4 ns	5,8 ns
DOSE	DIÂMETRO DE CAULE (mm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	0,6	1,3 ns	0,7 ns
5	0,5	1,3 ns	0,8 ns
10	0,6	1,3 ns	0,7 ns
50	0,5	1,3 ns	0,8 ns
100	0,5	1,2 ns	0,7 ns
DOSE	COMPRIMENTO DE RAIZ (cm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	-	42,7 ns	-
5	-	42,2 ns	-
10	-	38,5 ns	-
50	-	44,0 ns	-
100	-	27,1 ns	-

- não determinado

ns - não significativo (ns)

Tabela 4. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia na acumulação de silício em *E. citriodora*.

DOSE	RAIZ	CAULE	FOLHA
	---g/kg---		
0	0,15 ns	0	1,02
5	1,25 ns	0	0,85
10	0,45 ns	0	1,10
50	0,82 ns	0	1,65
100	0,87 ns	0	2,42

ns - não significativo (ns)

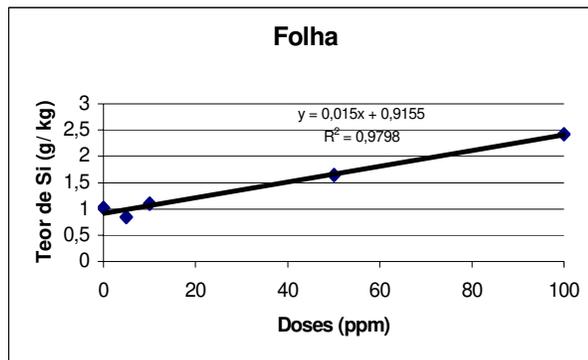


Figura 1. Teor de Si nas folhas em função da aplicação de doses crescentes de silicato de potássio, na espécie *E. citriodora*.

Para a avaliação do teor de SiO₂ (%) e classificação da planta como: não-acumuladora, intermediária ou acumuladora em suas partes (raiz, caule e folha) e total, em todas as partes da planta apareceram quantidades inferiores a 0,5% de SiO₂, sendo considerada como uma planta não-acumuladora de silício.

Para a avaliação da produção de matéria seca (g/planta) em suas partes (raiz, caule e folha) e total, não houve diferenças significativas entre as doses aplicadas e em todas as partes da planta, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia na produção de matéria seca em *E. citriodora*

DOSE	RAIZ	CAULE	FOLHA	TOTAL
	---g/planta---			
0	0,20 ns	0,26 ns	0,73 ns	1,19 ns
5	0,13 ns	0,24 ns	0,63 ns	1,00 ns
10	0,15 ns	0,21 ns	0,68 ns	1,04 ns
50	0,17 ns	0,23 ns	0,71 ns	1,11 ns
100	0,10 ns	0,17 ns	0,57 ns	0,84 ns

ns - não significativo (ns)

4.2- *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden

As análises das avaliações de altura de planta, à medida que aumenta as doses de silicato de potássio na solução nutritiva, ocorre uma tendência de decréscimo na altura. A mínima altura é alcançada com 40,34 ppm, em média, de dose (Figura 2a). A partir desse valor a altura aumenta. Para as análises de diâmetro de caule, verifica-se que, à medida que aumenta as doses de silicato de potássio na solução nutritiva, também ocorre uma tendência de decréscimo no diâmetro. O mínimo diâmetro é alcançado com 51,25 ppm, em média, de dose (Figura 2c). A partir desses valores o diâmetro aumenta. Em ambas avaliações houve incremento de crescimento (Figura 2b e 2d), porém não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha. Nas análises das avaliações do comprimento de raiz, não houve diferenças significativas entre as doses aplicadas, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia no crescimento de *E. grandis*.

DOSE	ALTURA (cm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	15,6	27,6	12,0
5	11,5	19,7	8,2
10	11,9	22,0	10,1
50	12,5	21,0	8,5
100	15,6	29,0	13,4
DOSE	DIÂMETRO DE CAULE (mm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	0,9	2,2	1,3
5	0,6	1,5	0,9
10	0,6	1,7	1,1
50	0,6	1,5	0,9
100	0,6	2,1	1,5

...continua...

Tabela 6. Cont.

DOSE	COMPRIMENTO DE RAIZ (cm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	-	37,2 ns	-
5	-	34,9 ns	-
10	-	38,8 ns	-
50	-	27,6 ns	-
100	-	39,2 ns	-

- não determinado

ns - não significativo (ns)

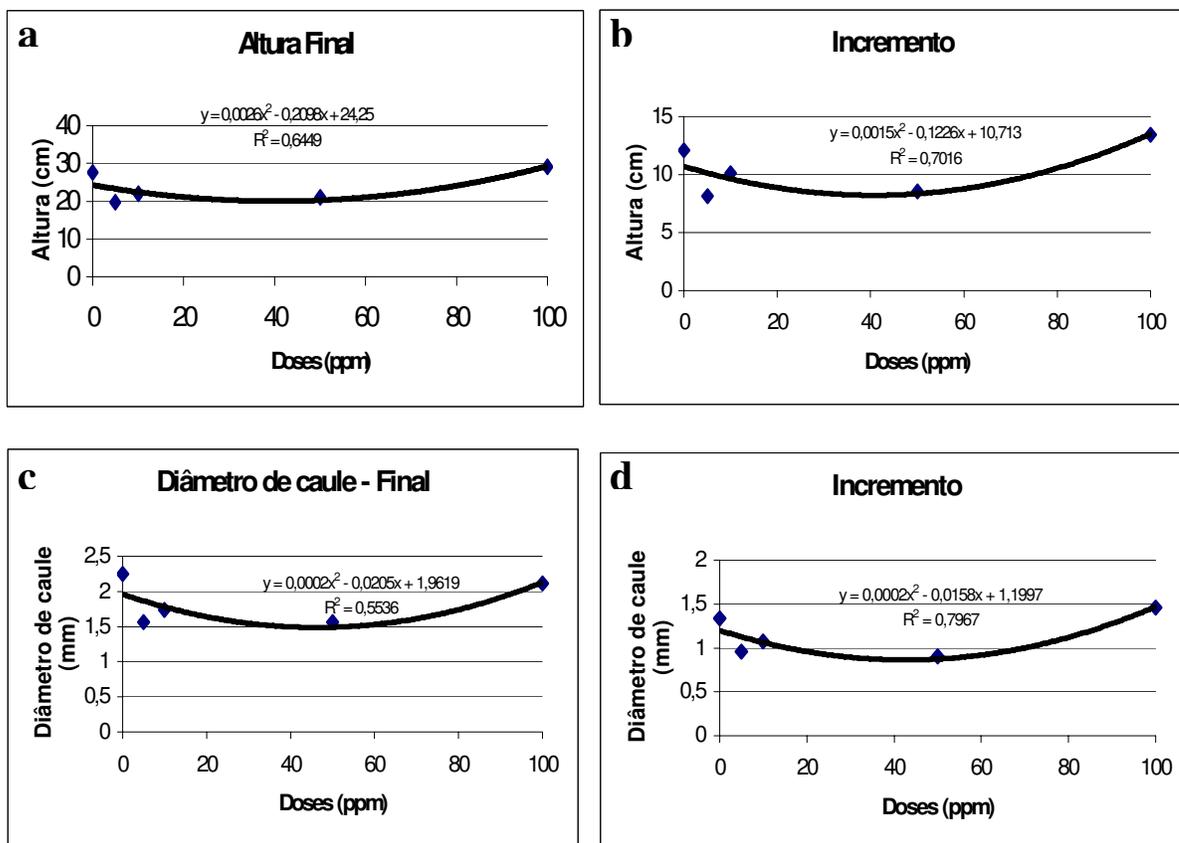


Figura 2. Relação entre as doses de Si na altura final (a), seu incremento (b), no diâmetro de caule final (c) e seu incremento (d) na espécie *E. grandis*.

Para a avaliação do teor de silício absorvido e acumulado (g/kg) em diferentes partes (raiz, caule e folha) da planta, não houve diferenças significativas para o

teor de silício encontrado na raiz e nas folhas entre as doses aplicadas. Não houve acúmulo de silício no caule desta espécie, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia na acumulação de silício em *E. grandis*.

DOSE	RAIZ	CAULE	FOLHA
	---g/kg---		
0	7,75 ns	0	8,47 ns
5	7,60 ns	0	9,12 ns
10	9,77 ns	0	7,85 ns
50	10,67 ns	0	9,55 ns
100	8,97 ns	0	9,02 ns

ns - não significativo (ns)

Para a avaliação do teor de SiO₂ (%) e classificação da planta como: não-acumuladora, intermediária ou acumuladora em suas partes (raiz, caule e folha) e total, tanto na raiz quanto na folha, apresentam quantidades entre 1 a 5% de SiO₂, sendo considerada a espécie *E. grandis*, com procedência de Lençóis Paulista-SP, uma planta intermediária. Diferentemente do que foi citado por Carvalho et al. (2003), segundo estes autores, que generalizaram de espécie para gênero, embora seja responsivo ao Si, o eucalipto, à semelhança da maioria das dicotiledôneas, não é uma planta acumuladora. O teor de SiO₂ na matéria seca da parte aérea é abaixo de 0,5%, ou seja, enquadra a espécie como planta não-acumuladora.

As análises de produção de matéria seca (g/planta) em suas partes (raiz, caule e folha) e total, demonstram que à medida que aumenta as doses de silicato de potássio na solução nutritiva, ocorre uma tendência de decréscimo na produção. A mínima produção é alcançada com 63,5; 41,5; 46,75 e 46,93 ppm, respectivamente, em média, de

dose (Figura 3a, 3b, 3c e 3d). A partir desses valores a produção aumenta. No geral, não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia na produção de matéria seca em *E. grandis*.

DOSE	RAIZ	CAULE	FOLHA	TOTAL
	---g/planta---			
0	0,59	1,23	2,02	3,84
5	0,18	0,38	0,99	1,55
10	0,29	0,64	1,33	2,26
50	0,15	0,40	0,86	1,41
100	0,45	1,05	1,94	3,44

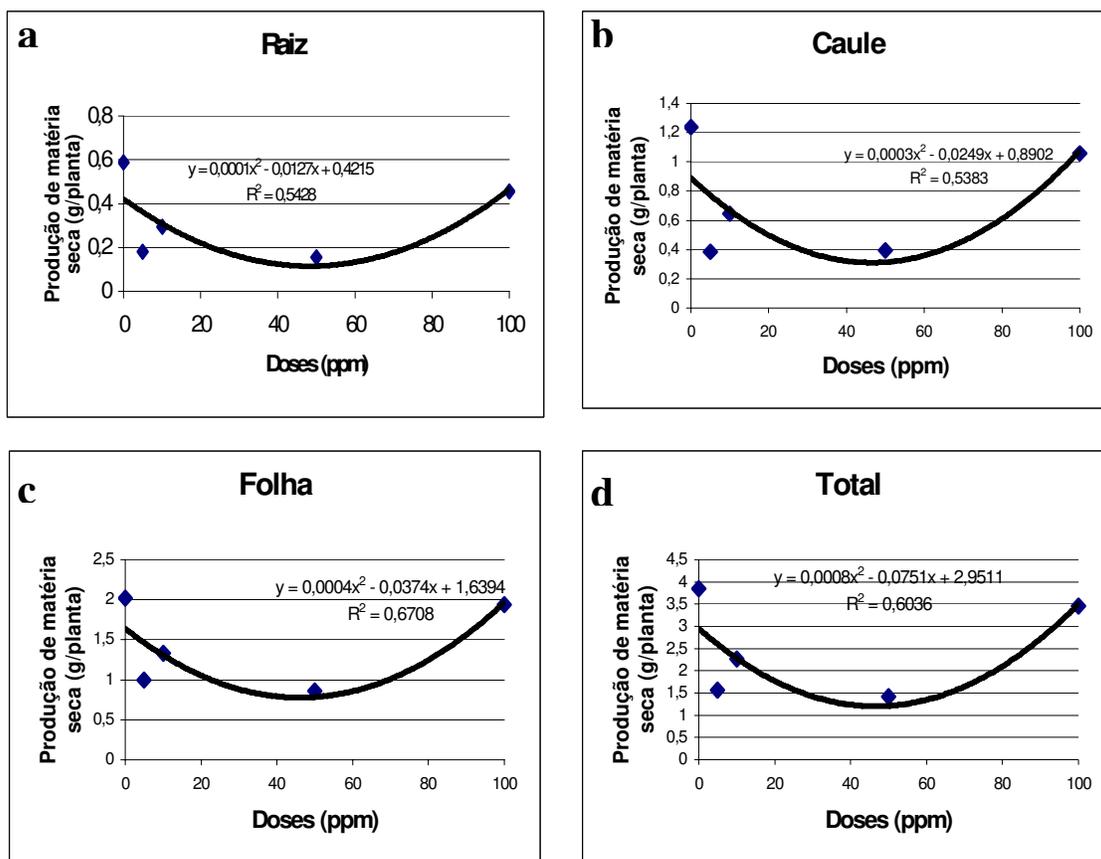


Figura 3. Relação entre as doses de Si na produção de matéria seca na raiz (a), caule (b), folha (c) e total (d) na espécie *E. grandis*.

4.3- *Eucalyptus pellita* F. Muell

As análises das avaliações de altura de planta demonstram que à medida que se aumenta as doses de silicato de potássio na solução nutritiva, ocorre uma tendência de decréscimo na altura. A mínima altura é alcançada com 48,5 ppm, em média, de dose (Figura 4). A partir desse valor a altura aumenta. Porém, não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha. Para a avaliação do diâmetro de caule e do comprimento de raiz, não houve diferenças significativas entre as doses aplicadas, como mostra a Tabela 9. Não houve incremento de crescimento para essas avaliações e as doses crescentes de silicato de potássio.

Tabela 9. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia no crescimento de *E. pellita*.

DOSE	ALTURA (cm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	16,5	29,3	12,8 ns
5	19,1	33,4	14,3 ns
10	16,3	28,6	12,3 ns
50	12,2	22,5	10,3 ns
100	19,3	33,1	13,8 ns
DOSE	DIÂMETRO DE CAULE (mm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	0,6	1,6 ns	1,0 ns
5	0,7	1,7 ns	1,0 ns
10	0,7	1,7 ns	1,0 ns
50	0,6	1,5 ns	0,9 ns
100	0,8	1,7 ns	0,9 ns
DOSE	COMPRIMENTO DE RAIZ (cm)		
	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
0	-	37,5 ns	-
5	-	45,2 ns	-
10	-	42,4 ns	-
50	-	46,0 ns	-
100	-	53,2 ns	-

- não determinado ns - não significativo (ns)

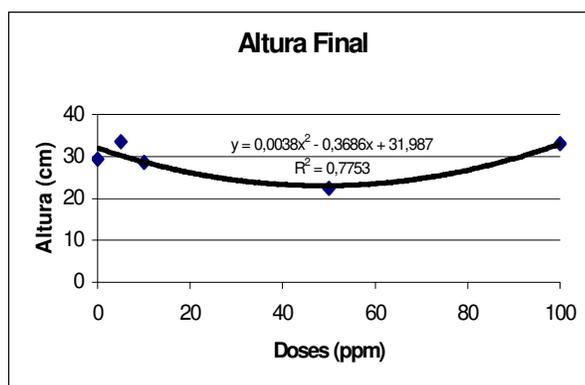


Figura 4. Relação entre as doses de Si na altura final na espécie *E.pellita*.

Para as análises dos teores de silício absorvido e acumulado (g/kg) em diferentes partes (raiz, caule e folha) da planta, na raiz indica que a aplicação de doses crescentes de silicato de potássio na solução nutritiva proporciona um aumento crescente e linear na absorção de Si (Figura 5a). Nas folhas, à medida que se aumenta as doses de silicato de potássio na solução nutritiva, ocorre uma tendência de acréscimo no teor de silício. O máximo teor é alcançado com 94,16 ppm, em média, de dose (Figura 5b). A partir desse valor o teor de silício diminui e no caule não houve diferenças significativas entre as doses aplicadas, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia na acumulação de silício em *E. pellita*.

DOSE	RAIZ	CAULE	FOLHA
	---g/kg---		
0	0,40	0,70 ns	0,82
5	0,85	0,60 ns	0,72
10	0,95	0,55 ns	1,12
50	1,20	1,05 ns	2,70
100	1,92	0,50 ns	3,02

ns - não significativo (ns)

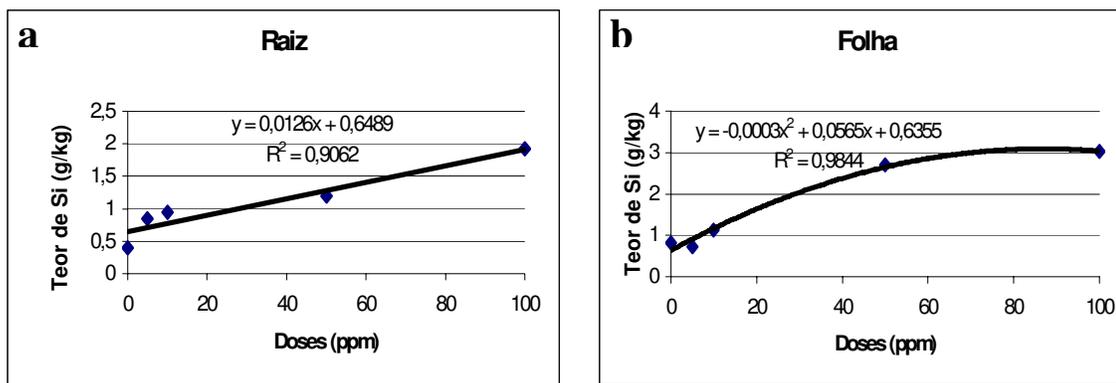


Figura 5. Teor de Si na raiz (a) e folhas (b) em função da aplicação de doses crescentes de silicato de potássio, na espécie *E. pellita*.

Para a avaliação do teor de SiO_2 (%) e classificação da planta como: não-acumuladora, intermediária ou acumuladora em suas partes (raiz, caule e folha) e total, em todas as partes da planta (raiz, caule e folha) apareceram quantidades inferiores a 0,5% de SiO_2 , sendo considerada como uma planta não-acumuladora de silício.

Para a avaliação da produção de matéria seca (g/planta) em suas partes (raiz, caule e folha) e total, não houve diferenças significativas entre as doses aplicadas e em todas as partes da planta, como mostra a Tabela 11.

Tabela 11. Efeito de diferentes doses de silício aplicadas em hidroponia na produção de matéria seca em *E. pellita*.

DOSE	RAIZ	CAULE	FOLHA	TOTAL
	---g/planta---			
0	0,20 ns	0,52 ns	1,22 ns	1,94 ns
5	0,20 ns	0,56 ns	1,19 ns	1,95 ns
10	0,20 ns	0,57 ns	1,16 ns	1,93 ns
50	0,18 ns	0,37 ns	0,90 ns	1,45 ns
100	0,25 ns	0,72 ns	1,52 ns	2,49 ns

ns - não significativo (ns)

5 - CONCLUSÕES

-» **Altura de planta e diâmetro de caule:** não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha, para altura de planta, em *E. grandis* e *E. pellita* e para diâmetro de caule, em *E. grandis*.

-» **Comprimento de raiz:** nenhuma das espécies foi responsiva as doses crescentes de silicato de potássio.

-» **Incremento de altura de planta, diâmetro de caule e comprimento de raiz:** a espécie *E. grandis* apresentou incremento na altura de planta e no diâmetro de caule, apesar da eficiência obtida no tratamento sem adição de Si, não diferir da maior dose.

-» **Teor de silício absorvido e translocado (g/kg):** somente nas folhas de *E. citriodora* e nas raízes e folhas de *E. pellita* ocorreu aumento na absorção de silício de acordo com as doses crescentes de silicato de potássio.

-» **Avaliação do teor de SiO₂ (%) e classificação da planta:** *E. citriodora* e *E. pellita* foram consideradas como plantas não-acumuladoras de Si e *E. grandis* como planta intermediária.

-» **Produção de matéria seca (g/planta):** a aplicação de doses crescentes de silicato de potássio somente proporcionou efeito significativo no acúmulo de matéria seca para *E. grandis*, porém não houve diferença entre os tratamentos contendo maior teor de Si e a testemunha.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. **Introdução e escolha de espécies florestais**. Jaboticabal: UNESP, 2002. 23 p. (Boletim Didático n. 5).

ALFENAS A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto** – Viçosa: UFV, 2004. 442p.

ARAÚJO, A. **Clonagem de *Eucalyptus sp.*** 2001. Disponível em: <www.ufv.br/dbg/bioano01/div17.htm>. Acesso em: 23 fev. 2005.

ARAÚJO, M. A. G. **O silício ganha importância na adubação**. 2004. Disponível em: <http://www.manah.com.br/main_informativos.asp>. Acesso em: 31 jan. 2005.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 190. 330 p., 1990.

BRASIL. **DECRETO Nº 2954**. Aprova o regulamento da lei nº 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Normas jurídicas (Texto integral) DEC 004954, 14 jan., 2004, 27p.

BONADIO, R. F. **Crescimento de sorgo submetido a aplicações de diferentes formas de serpentinito**. Uberlândia, 2004. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia.

CARVALHO, R.; CURI, N.; NETO, A. E. F.; RESENDE, A. V. Absorção e Translocação de silício em mudas de eucalipto cultivadas em latossolo e cambissolo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.3, p.491-500, 2003.

FAWE, A.; MENZIES, J. G.; CHÉRIF, M.; BÉLANGER, R. R. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: Datnoff, L. E., Korndörfer, H. K. & Snyder, G. H. (Coords.) **Silicon in Agriculture**. Elsevier Science B. V., Amsterdam, The Netherlands, 2001.

FAO. **Global forest resources assessment 2000** – Main report. FAO Forestry paper. ISSN 0258-6150, 2000. 479p. Disponível em: www.fao.org/forestry/fo/fra/main/indez.jsp.

FERREIRA, M. Escolha de Espécies de Eucalipto. **Circular Técnica IPEF**, v.47, p.1-30, 1979.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants and animals. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 19, p. 107-149, 1967.

KLUGER, P Von. **Utilização de escória de aciaria LD para agricultura – uma visão geral**. I Seminário Nacional de Aproveitamento de Descartes de Resíduos da Indústria. Salvador, 1989. 230 p.

KORNDÖRFER, G. H ; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agrônomicas**. Piracicaba. n.70, p.1-5. Jun/1995.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. – Uberlândia: UFU/ICIAG, 2003. 22 p. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim técnico; n.º 01, 2º edição).

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. – Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. 34 p. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim técnico; n.º 02, 1º edição).

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: SBS, 2000. 112p.

PAULA, R. N. **Ferramentas utilizadas no melhoramento genético do *Eucalyptus sp.*** 2002. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dbg/trab2002/MELHOR/MHR019.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2005.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2000. 113p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38).

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFÓS), 1991. 343 p.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N. Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto. **Circular Técnica**. IPEF, n. 200, p. 01-13, dezembro-2003.

UITDEWILLIGEN, G. S. **Efeito do Silicato de Cálcio e Calcário na Produção de *Brachiaria decumbens***. Uberlândia, 2003. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia.

APÊNDICE

1A. Composição do Fertilizante Líquido Ouro Verde

- Nitrogênio (N total): 6% a 10%°
- Fósforo (P₂O₅) - solúvel em citrato neutro de amônio + água
- Potássio (K₂O): 8%
- Natureza física: fluído
- Densidade: 1,20 a 1,25
- Magnésio (Mg): 0,5%
- Enxofre (S): 0,5%
- Boro (B): 0,03%o
- Zinco (Zn): 0,05%
- Ferro (Fe): 0,1%
- Manganês:0,03%

2A. Composição da solução nutritiva de Hoagland

- 1M KH₂PO₄: 1mL
- 1M KNO₃: 5 mL
- 1M Ca(NO₃)₂: 5 mL
- 1M MgSO₄: 2 mL
- Microelement stock solution
- 0,5% Fe tartrate
- Água para fazer 1L

*** Microelement stock solution**

- H₃BO₃: 0,286%
- MnCl₂.4H₂O: 0,181%
- ZnSO₄.7H₂O: 0,022%
- CuSO₄.5H₂O: 0,008%
- H₂MoO₄.H₂O: 0,002%

Fonte: DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Basic plant pathology methods**, 1986, 317 p.