

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIELE CALLE BOUÇAS

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Solanum diploconos* SOB
EFEITOS DE REMINERALIZADOR DE SOLO E ADUBO EM CONDIÇÕES DE
VIVEIRO

CURITIBA

2019

GABRIELE CALLE BOUÇAS

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Solanum diploconos* SOB
EFEITOS DE REMINERALIZADOR DE SOLO E ADUBO EM CONDIÇÕES DE
VIVEIRO

Artigo apresentado como requisito parcial à
conclusão do curso MBA em Gestão Ambiental,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo
Ângelo
Coorientadora: Prof. Dra. Karen Koch Fernandes
de Souza

CURITIBA

2019

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Solanum diploconos* SOB EFEITOS DE REMINERALIZADOR DE SOLO E ADUBO EM CONDIÇÕES DE VIVEIRO

Gabriele Calle Bouças

RESUMO

A produção de mudas de espécies nativas para restauração florestal tem sido um grande desafio. Existem poucos estudos que buscam a otimização do tempo em viveiro e seus insumos utilizados. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de *Solanum diploconos* sob diferentes combinações de substratos compostos por remineralizador (pó de rocha) e adubo de liberação lenta. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), composto por 16 tratamentos, combinando 4 diferentes doses (0, 10, 20 e 30%) de pó de rocha (P) adicionadas ao substrato e 4 diferentes doses (0, 4, 8 e 12 kg/m³) do adubo (A). Foram instaladas 5 repetições (blocos) para cada tratamento, com 15 plantas por tratamento, totalizando 1.200 mudas no experimento. Foi avaliada a medição realizada aos 120 dias após a germinação, pelas variáveis de diâmetro de coleto (DC), altura (H) e índice de robustez (H/DC). Os resultados obtidos mostraram que as mudas de *S. diploconos* se desenvolvem de forma superior quando adubadas. Observou-se que com doses de pó de rocha é possível diminuir a quantidade de adubo utilizado. Quando avaliadas através do índice de robustez, o tratamento que gerou o melhor resultado foi P2A1 (20% de pó de rocha e 4 kg/m³ de adubo). Os resultados mostraram que a utilização das doses máximas de pó de rocha e adubo prejudicam o desenvolvimento, o que proporciona grande economia por parte de viveiros florestais que optarem utilizar 4 kg/m³ ao invés de 12 kg/m³.

Palavras-chave: Produção de mudas. Espécies nativas. Restauração Florestal. Insumos Alternativos. Pó de rocha.

ABSTRACT

The production of seedlings of native species for forest restoration has been a huge challenge. There are few studies on nursery time optimization and its inputs. This study aimed to evaluate the initial growth of *Solanum diploconos* under different

substrate combinations composed of rock powders and slow-release fertilizer. The experimental design used was randomized blocks, consisting of 16 treatments, with 4 different doses (0, 10, 20 e 30%) of rock powders (P) added to the substrate and 4 different doses (0, 4, 8 e 12 kg/m³) of fertilizer (A). Five replicates (blocks) were installed for each treatment, with 15 plants per treatment, totaling 1.200 seedlings in the experiment. The measurement performed at 120 days after germination was evaluated by the variables diameter of the stem, height, and robustness index. The results showed that the seedlings of *S. diploconos* develop superiorly when fertilized. The results showed that by using rock powders it is possible to decrease the amount of fertilizer. When evaluated through the robustness index, the treatment that generated the best result was P2A1 (20% of rock powders and 4 kg/m³ of fertilizer). It was observed that the use of maximum doses of rock dust and fertilizer impairs development, which provides great savings for forest nurseries that choose to use 4 kg / m³ instead of 12 kg / m³.

Keywords: Production of Seedlings. Native Species. Forest Restoration. Alternative Inputs. Rock Powders.

1 INTRODUÇÃO

O processo de fragmentação florestal tem sido intensificado nos últimos anos gerando áreas isoladas e com baixa diversidade biológica (CALEGARI *et al.*, 2010). Devido a isso, são muitas as consequências, tais como, a significativa diminuição da atividade microbiológica no solo e a redução da biodiversidade da fauna e da flora, somadas à alteração da estrutura da paisagem. Em decorrência dessas condições, a redução da diversidade genética no ambiente se torna inevitável fazendo com que o reestabelecimento do ecossistema seja imprescindível.

A restauração florestal utiliza considerável diversidade vegetal visando garantir a sustentabilidade das áreas restauradas sem apresentar grandes custos (MARTINS, 2008; RODRIGUES *et al.*, 2007). Nas áreas fragmentadas, o plantio de mudas florestais nativas geralmente é o principal método de restauração, exigindo conhecimento dos processos ecológicos e da dinâmica das florestas para que o

trabalho se torne sustentável ao longo do tempo. Nesse sentido, as técnicas de produção de mudas devem ser aprimoradas buscando conhecer as exigências nutricionais e do ambiente de propagação inerentes a cada espécie. Estas, quando em plantio, devem acelerar o processo de recobrimento do local e proporcionar uma relação de custo benefício condizente com a realidade da região aonde o projeto está sendo executado, sem desmerecer os aspectos relativos à diversidade.

A utilização de diferentes tecnologias nos processos de produção de mudas busca obter melhores efeitos sobre a formação estrutural da planta, como o comprimento da parte aérea, diâmetro de colo, massa da parte aérea e da raiz, bem como a relação da parte aérea/raiz e formação do sistema radicular (SIMÕES, 1987).

Para que as necessidades nutricionais das plantas sejam atendidas, pesquisas devem ser desenvolvidas associadas à técnicas de adubação. Nos últimos anos, sobretudo na área agrícola, estudos são realizados com o processo de “rochagem”, baseado na utilização de rochas e/ou minerais como disponibilizadores de nutrientes para as plantas (LEONARDOS *et al.*, 1976).

Compreendendo a importância da utilização dos remineralizadores de solo, neste caso, do “pó de rocha”, e suas vantagens, este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento da espécie *Solanum diploconos* (Mart.) Bohs (Solanaceae) sob diferentes combinações de pó de rocha e fertilizante de liberação lenta, durante a produção de mudas em viveiro, por meio da análise do Índice de Robustez (H/DC).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O CENÁRIO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS NATURAIS

O termo degradação ambiental refere-se à redução temporária ou permanente da capacidade produtiva de um sítio como resultado de ação antrópica (FAO, 2000), podendo também expressar perdas na estrutura, produtividade e diversidade de espécies nos ecossistemas (LAMB; GILMOUR 2003). Parrota (1992) definiu áreas degradadas como aquelas que apresentam solos empobrecidos e erodidos, instabilidade hidrológica, com produtividade e biodiversidade baixas. De acordo com Kobiyama *et al.* (2001) várias são as atividades degradadoras,

entretanto, algumas sobressaem, tais como: agricultura como potencial degradador, mineração e urbanização.

Uma das principais medidas a serem adotadas para a preservação do meio ambiente tem sido a implantação de políticas objetivando o desenvolvimento sustentável e fortalecendo o comércio de carbono (CHOMITZ *et al.*, 2007), assim como o estabelecimento de uma ampla e eficaz governança em relação à fiscalização e à regulação florestal.

Apesar dos esforços para a criação de unidades de conservação e de marcos legais como a Lei nº 11.428/2006 (BRASIL, 2006), conhecida como a Lei da Mata Atlântica, poucos estados que compõem o bioma registraram desmatamento zero no último ano. O estado do Paraná encontra-se em terceiro lugar no ranking de estados que mais desmataram a Mata Atlântica ao longo dos anos, com perda de 2.049 hectares registrados entre nos anos 2017 e 2018 (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2019).

O Paraná possui diversas formações vegetacionais, sendo as principais: a Floresta Estacional Semidecidual, localizada no oeste do estado; a Floresta Ombrófila Densa, no litoral; e a Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucária, presente na região centro-sul. A FOM é uma tipologia florestal formada pela mistura de espécies de diferentes origens, constituindo uma unidade fitogeográfica de importância ecológico-econômica por apresentar espécies de interesse econômico com produtos madeireiros e não madeireiros.

2.2 A RESTAURAÇÃO FLORESTAL

O estabelecimento de uma restauração florestal eficiente é fundamentalmente relacionado com a fase da produção de mudas, sendo uma das etapas mais importantes do processo, devendo garantir boa qualidade, quantidade e diversidade (GONÇALVES *et al.*, 2000). De acordo com Reis *et al.* (2007), a implantação de mudas produzidas em viveiros florestais possibilita a formação de núcleos capazes de atrair maior diversidade biológica para as áreas degradadas. Entretanto, Fonseca *et al.* (2001) e Santarelli (2004) indicam que a obtenção de mudas de diversas espécies nativas, em quantidade e qualidade suficiente para o plantio, constitui um dos principais pontos que dificultam os programas de restauração.

Além de estabelecerem a conservação da fauna e da flora, as florestas atuam na geração direta de renda, constituindo importantes provedoras de serviços ambientais, entendidos como os benefícios que a sociedade obtêm dos ecossistemas em suas múltiplas dimensões (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Para tal, é necessário o estabelecimento de estudos de médio e longo prazo que verifiquem quais técnicas de restauração são mais efetivas na tipologia da floresta ombrófila mista, uma das mais ameaçadas do Bioma Mata Atlântica no Paraná, devendo serem analisados os custos de implantação de cada técnica, os impactos positivos que as mesmas proporcionam no ambiente e quanto tempo é necessário para que as áreas se aproximem ecologicamente dos ambientes nativos, e, a partir disso, provendo serviços ambientais.

Diferentes modelos de restauração adotados ao longo do tempo derivaram de uma visão distinta dos processos ecológicos. Inicialmente se desenvolveu um modelo extremamente produtivista, com aspectos predominantemente quantitativos e objetivando a produção da biomassa vegetal. A visão dendrológica foi reforçada pela incorporação da fase arbórea, transpondo as demais fases iniciais da sucessão.

Atualmente, a restauração florestal é entendida como um processo dinâmico, resultante de técnicas de manejo que visam o retorno do processo sucessional natural, tanto em nível edáfico, quanto vegetal e climático, devendo o processo de intervenção ser avaliado caso a caso, de acordo com a configuração da paisagem e tipologia vegetacional encontrada na região objetivo do projeto e seu contexto social, a fim de evitar incongruências (BRITZ, 2007) e acabar sendo mal sucedida.

Existem diversas técnicas que podem ser empregadas na restauração florestal contemporânea, como a semeadura direta, a utilização de sistemas agroflorestais, a nucleação e o plantio de espécies facilitadoras, caracterizado por núcleos ou grupos de Anderson (ANDERSON, 1953), entre outros modelos.

A semeadura direta é uma técnica em que o plantio é realizado com a disposição de sementes diretamente no solo. Neste modelo, utiliza-se uma grande quantidade de sementes, pois nem todas germinam naturalmente, ocorrendo uma mortalidade inicial das plântulas, principalmente durante o primeiro período de estiagem (SAMPAIO, *et al.*, 2015).

Os sistemas agroflorestais são caracterizados como sistemas produtivos que apresentam uma combinação de um ou mais componentes lenhosos perenes com espécies herbáceas cultivados em uma mesma área. Estes sistemas buscam balancear os benefícios dos sistemas agrícolas e florestais (MACEDO, 2009).

Por outro lado, o modelo de nucleação consiste em diversas técnicas nucleadoras, sendo elas: transposição de solo e serrapilheira, semeadura direta e hidrossemeadura, poleiros artificiais (secos e vivos), transposição de galharia (abrigo artificiais), introdução de mudas em grupos adensados (grupos de Anderson) (REIS *et al.*, 2003).

Por fim, os plantios em grupos de Anderson equivalem na introdução de mudas em grupos adensados, sendo uma técnica importante pois promove a seleção de espécies com forte poder de nucleação, uma vez que os grupos formam núcleos que inibem o crescimento de gramíneas invasoras e também diminuem o impacto do aquecimento e do vento excessivo, proporcionando a estes pontos um microclima mais ameno (REIS *et al.*, 2006).

2.3 A PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS NATIVAS

São poucas as pesquisas envolvendo espécies florestais nativas equiparadas com as pesquisas envolvendo espécies florestais exóticas foco da silvicultura comercial, como as dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, havendo a necessidade de subsídios científicos que incentivem e viabilizem a produção de mudas em grande quantidade e com qualidade, facilitando desta forma o manejo e o custo de produção. É importante que as mudas de espécies nativas sejam empregadas para uso em programas de restauração florestal que visam à recuperação de áreas degradadas buscando a diminuição do impacto ambiental, a melhoria das condições edafoclimáticas e a conservação da biodiversidade (CARNEIRO; SIQUEIRA; DAVIDE, 2004).

A qualidade das mudas produzidas exerce direta influência no crescimento futuro das árvores e, portanto, pode interferir na produtividade da floresta (Gomes, *et al.*, 2003). Em se tratando de nativas, a produção de mudas de qualidade, em quantidade e a um baixo custo, decorre do conhecimento a respeito do crescimento das plantas no viveiro, quando os fatores de produção como água, recipientes,

adubação, substratos, entre outros, são variados conforme cada espécie (PEZZUTTI; SCHUMACHER; HOPPE, 1999).

Na produção de espécies florestais em viveiro deve ser considerado o tipo e tamanho do recipiente a ser utilizado, pois este influencia diretamente o desenvolvimento e composição da planta (BRACHTVOGEL *et al.*, 2006).

Atualmente, os recipientes mais utilizados em viveiros florestais são os sacos plásticos de polietileno e os tubetes de polipropileno, apesar das novas tecnologias já disponíveis no mercado como os recipientes biodegradáveis. De acordo com Castro (2007), o emprego dos tubetes facilita as operações da produção de mudas, viabiliza a mecanização; ocupa de menor área do viveiro; reduz custos de transporte das mudas para o campo e permite um melhor direcionamento do sistema radicular devido à presença de estrias internas, o que possibilita uma boa formação do mesmo.

Além disso, outro fator que deve ser considerado é a adubação. Para Saraiva *et al.* (2011), é um fator importante, uma vez que uma adubação adequada irá refletir no estado nutricional da planta. Gonçalves (1995) cita que a necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o substrato é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um crescimento adequado. Em viveiros, é usual a utilização da adubação de base, onde o adubo é incorporado ao substrato que será usado na semeadura, podendo ser usado também ao longo do desenvolvimento da planta. (KÄMPF, 2005).

2.4 REMINERALIZADORES DE SOLO NA PRODUÇÃO DE MUDAS

Enquanto as mudas permanecem no viveiro, o fator que deverá obrigatoriamente ser levado em consideração é o substrato que será utilizado, devendo possuir características como consistência, boa estrutura, alta capacidade de retenção de água e alta porosidade.

Para que a necessidade nutricional das mudas sejam supridas, nos últimos anos alguns estudos têm sido desenvolvidos, envolvendo o estudo de diferentes tipos adubos e doses ideais de adubação para cada espécie. De acordo com Theodoro (2000), aplicação do “pó de rocha” como remineralizador de solo está relacionada às suas características minerais e a sua interação com o meio no qual será aplicado, visando melhorar as condições de fertilidade do solo. A rochagem

tem apresentado vantagens, principalmente aos custos, transformação de resíduos em produtos e a ampliação de mercado (LOUREIRO *et al.*, 2009).

Segundo Theodoro (2005), a rochagem consiste no uso do pó de determinados tipos de rochas que contenham em sua composição grandes quantidades de macronutrientes (cálcio, potássio, fósforo, magnésio e enxofre) e de micronutrientes (cobalto, molibdênio, vanádio, boro, cobre, zinco, entre outros). Assim, as rochas promovem o rejuvenescimento ou condicionamento de solos empobrecidos quimicamente. O uso do pó de rocha se torna uma tecnologia viável promovendo a liberação gradual dos nutrientes para a solução do solo e reduzindo a poluição dos corpos d'água (MELAMED; GASPAR, 2005).

Theodoro (2000) ainda ressalta que a utilização do pó de rocha como fonte adicional de nutrientes pode custar quase 20 vezes menos que o uso de insumos convencionais, devido haver depósitos de rocha vulcânica em quase todas as regiões brasileiras.

2.5 A ESPÉCIE *solanum diploconos* (Mart.) Bohs (Solanaceae)

Solanum diploconos, conhecida por baga de bugre ou baga de veado, é uma espécie nativa, não endêmica, que tem ocorrência em todos os estados das regiões sudeste e sul do Brasil (STEHMANN, 2014). A espécie figura como ameaçada de extinção na lista vermelha global de plantas ameaçadas de extinção da *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2014).

FIGURA 1 – *Solanum diploconos*

FONTE: Verdi (2010)

De acordo com Soares e Mentz (2006), *S. diploconos* apresenta-se como arbusto ou arvoreta de até 4 m de altura e é uma espécie pioneira, preferencialmente de sub-bosque (HOFFMANN, 2014). A espécie apresenta potencial de uso para recomposição de áreas degradadas, por possuir rápido crescimento, agressividade e adaptar-se bem à diferentes condições. Bohs (1994) menciona picos de floração de outubro a janeiro e de frutificação de janeiro a julho.

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Estação Experimental Canguiri, conhecida como Fazenda Canguiri. A estação pertence à Universidade Federal do Paraná, localizado no município de Pinhais (região Metropolitana de Curitiba), situada entre as coordenadas 25° 23' 12.3" S 49° 07' 33.2" W. O clima da região é Cfb (classificação climática de Köppen), mesotérmico com verões frescos e sem estação de seca definida com amplitude de geada por ano de 1 a 40 geadas, sendo que o município localiza-se no primeiro planalto paranaense a 895 metros de altitude.

O delineamento experimental utilizado foi do tipo blocos casualizados (DBC), em razão de variações de luminosidade e irrigação na casa de vegetação

onde o experimento foi implantado. Foram avaliados 16 tratamentos de diferentes composições de substrato comercial Mecplant Florestal2C®, combinando 4 diferentes doses (0, 10, 20 e 30%) do volume do recipiente (tubetes de 110 cm³ de capacidade) com pó de rocha (P) adicionadas ao substrato e 4 diferentes doses (0, 4, 8 e 12 kg/m³) do adubo Osmocote® 18-5-9 Mini Prill (A). As diferentes combinações dos substratos estão representadas na Tabela 1.

TABELA 1 – DIFERENTES COMBINAÇÕES DE SUBSTRATOS

TRATAMENTOS	DOSE DE PÓ DE ROCHA	DOSE DE ADUBO
P0A0	0%	0 kg/m ³
P0A1	0%	4 kg/m ³
P0A2	0%	8 kg/m ³
P0A3	0%	12 kg/m ³
P1A0	10%	0 kg/m ³
P1A1	10%	4 kg/m ³
P1A2	10%	8 kg/m ³
P1A3	10%	12 kg/m ³
P2A0	20%	0 kg/m ³
P2A1	20%	4 kg/m ³
P2A2	20%	8 kg/m ³
P2A3	20%	12 kg/m ³
P3A0	30%	0 kg/m ³
P3A1	30%	4 kg/m ³
P3A2	30%	8 kg/m ³
P3A3	30%	12 kg/m ³

FONTE: A autora (2019)

Foram instaladas 5 repetições (blocos) para cada tratamento, com 15 plantas por tratamento, totalizando 1.200 mudas no experimento. Durante todo o processo de produção as mudas foram mantidas em casa de vegetação, sendo realizadas três irrigações diárias.

Aos 90 e 120 dias após a semeadura foram avaliadas as características da altura (H) e diâmetro do coleto das mudas (DC). As medições dos diâmetros foram realizadas com paquímetro digital e as alturas com régua milimetrada. À partir dos valores obtidos foi possível realizar uma análise de desenvolvimento inicial das plantas através do Índice de Robustez (H/DC), sendo o valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto, que, ao relacionar

estes dois parâmetros morfológicos, exprime o equilíbrio de crescimento em apenas um índice (CARNEIRO, 1995).

Os resultados da medição aos 120 dias foram submetidos à análise de variância, teste de homogeneidade de *Bartlett* e teste de comparação de médias de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variâncias mostraram-se homogêneas e tiveram os efeitos dos tratamentos testados por meio do teste de F. Quando os resultados revelaram existir diferenças estatisticamente significantes entre médias de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade. As estatísticas obtidas estão representadas na Tabela 2.

TABELA 2 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Diâmetro (mm)	Média	3,272123226
	Erro Padrão	0,16079974
	Desvio Padrão	1,438236598
	Mínimo	0,517142857
	Máximo	4,846
	Coeficiente de Variação	44%
Altura (cm)	Média	14,05635079
	Erro Padrão	0,800815492
	Desvio Padrão	7,162711512
	Mínimo	1,233333333
	Máximo	24,34
	Coeficiente de Variação	51%
Índice de Robustez	Média	4,141475767
	Erro Padrão	0,086646687
	Desvio Padrão	0,774991524
	Mínimo	2,312540891
	Máximo	5,619373777
	Coeficiente de Variação	18,71%

FONTE: A autora (2019)

As médias dos diâmetros, alturas e índices de robustez encontradas foram 3,27 mm, 14,05 cm e 4,15, respectivamente.

Os resultados obtidos indicaram que houve diferença significativa entre os blocos, constatando que houve influência das diferentes condições da estufa onde o experimento foi implantado (TABELA 3).

TABELA 3 – ANÁLISES DE VARIÂNCIA

FONTES DE VARIAÇÃO		G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Diâmetro	Pó de Rocha	3	0,56981	0,18994	4,0195*
	Adubo	3	154,71326	51,57109	1091,3624**
	Interação PxA	9	4,34198	0,48244	10,2096**
	Tratamentos	15	159,62504	10,64167	225,2021**
	Blocos	4	0,95316	0,23829	5,0428**
	Resíduo	60	2,83523	0,04725	
TOTAL		79	163,41343		
Altura	Pó de Rocha	3	0,14601	0,04867	15,9049**
	Adubo	3	10,41297	3,47099	1134,2721**
	Interação PxA	9	0,37492	0,04166	13,6131**
	Tratamentos	15	10,9339	0,72893	238,2033**
	Blocos	4	0,05154	0,01288	4,2103**
	Resíduo	60	0,18361	0,00306	
TOTAL		79	11,16904		
Índice de Robustez	Pó de Rocha	3	36,75217	12,25072	45,4270**
	Adubo	3	541,78177	180,5939	669,6614**
	Interação PxA	9	31,7309	3,52566	13,0735**
	Tratamentos	15	610,26484	40,68432	150,8618**
	Blocos	4	11,48504	2,87126	10,6469**
	Resíduo	60	16,18077	0,26968	
TOTAL		79	637,93065		
** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < .01)		FV = Fonte de variação / GL = Graus de liberdade / SQ = Soma de quadrado / QM = Quadrado médio / F = Estatística do teste F			
* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)					
ns não significativo (p >= .05)					

FONTE: A autora (2019)

A análise de variância revelou efeito significativo dos tratamentos para as variáveis diâmetro de coleto, altura e índice de robustez. Verificou-se que há interação entre os fatores pó de rocha e adubo, indicando que seus efeitos são dependentes.

Em relação às médias dos diâmetros dos tratamentos, apresentadas na Tabela 4, nota-se que a presença do adubo foi decisiva. Os tratamentos que continham as dosagens maiores de adubo foram considerados superiores aos demais.

Com a maior dosagem de pó de rocha (30%), nota-se que os efeitos das doses de adubo A1, A2 e A3 (4, 8 e 12 kg/m³ respectivamente), não são diferentes estatisticamente.

TABELA 4 – TESTE DE MÉDIAS DOS DIÂMETROS

	A0	A1	A2	A3
P0	1,0874 aC	3,3527 cB	4,0103 aA	4,0807 bA
P1	1,2359 aD	3,31913 bcC	4,1798 aB	4,5464 aA
P2	0,6930 bC	3,7420 bB	4,0751 aB	4,5978 aA
P3	0,5960 bB	4,2315 aA	4,2315 aA	4,3027 abA

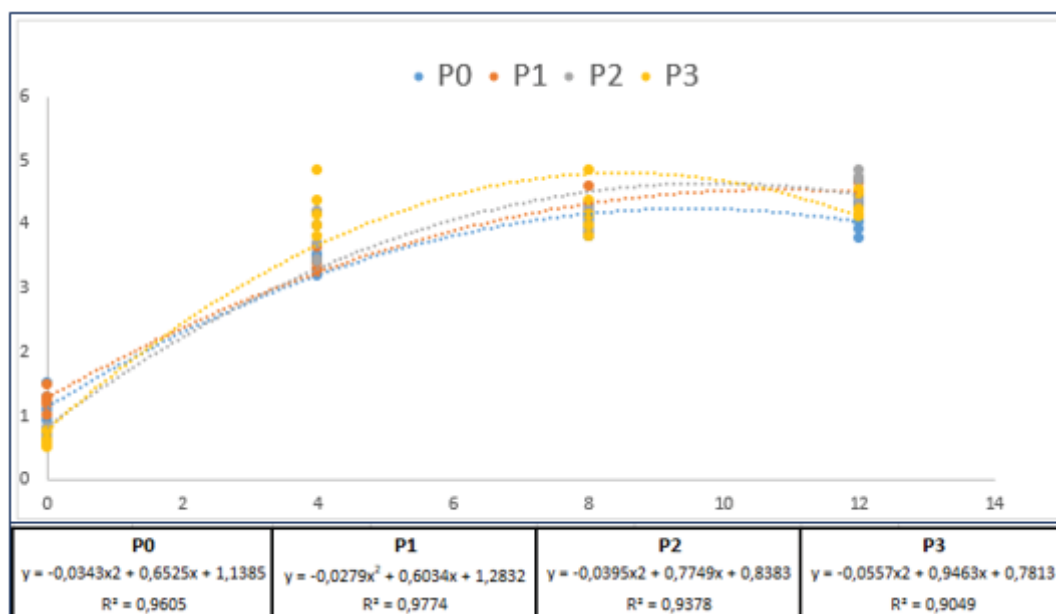
As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

FONTE: A autora (2019)

Ehlers e Arruda (2014), ao analisarem o diâmetro de coleto de *Eucalyptus grandis* sob efeitos de diferentes doses de pó de rocha, constataram que doses de 10 e 20% apresentaram melhores efeitos quando comparadas às doses maiores de 40%, semelhante ao que indicam os resultados dos presente estudo, uma vez que sem o adubo, o aumento das doses de pó de rocha torna-se prejudicial a partir da dosagem de 20%.

O Gráfico 1 demonstra as curvas de tendência dos tratamentos com diferentes quantidades de pó de rocha (0, 10, 20 e 30%) em função das diferentes doses de adubo (0, 4, 8 e 12 kg/m³), podendo-se observar a influência das combinações do substrato nas mudas analisadas.

GRÁFICO 1 – GRÁFICO DE DISPERSÃO E CURVAS DE TENDÊNCIA PARA OS DIÂMETROS



FONTE: A autora (2019)

Notou-se que as curvas são crescentes até atingirem a dosagem de 8 kg/m³, ou seja, tratamentos compostos por A2, e decrescem ao chegar nos 12 kg/m³ (A3). Sendo assim, no que se diz respeito ao incremento de diâmetro, as mudas de *S. diploconos* reagem positivamente à adubação com dosagem de até 8 kg/m³.

Considerando que as opções ideais de tratamentos são as que possuem em sua composição menores quantidades de adubo, devido ao elevado custo de aquisição, P3A1 revelou ser o melhor tratamento para a variável diâmetro de coleto.

Na Tabela 4 estão representadas as médias das alturas dos tratamentos. Os valores foram transformados em logaritmos para que se obtivesse homogeneidade dando prosseguimento a análise estatística.

Na ausência do adubo, as melhores doses de pó de rocha foram P0 e P1. Ehlers e Arruda (2014), ao avaliarem o desenvolvimento do pó e rocha adicionado em substratos para mudas de *Pinus elliottii* também perceberam que os tratamentos que continham dosagem de pó de rocha não tiveram alturas superiores que a testemunha.

De acordo com os resultados, percebe-se que as mudas dos tratamentos compostos pelas duas dosagens máximas de adubo (8 e 12 kg/m³, A2 e A3 respectivamente), quando associados às dosagens de 0 e 30% de pó de rocha (P0 e P3, respectivamente), tiveram estatisticamente a mesma resposta.

TABELA 4 – TESTE DE MÉDIAS DAS ALTURAS

	A0	A1	A2	A3
P0	0,4646 bC	1,0353 cB	1,2112 bA	1,2152 bA
P1	0,5670 aC	1,1827 bB	1,3004 abA	1,3135 aA
P2	0,3528 cB	1,2726 abA	1,3106 aA	1,3089 aA
P3	0,2692 cB	1,2770 aA	1,2770 abA	1,2159 bA

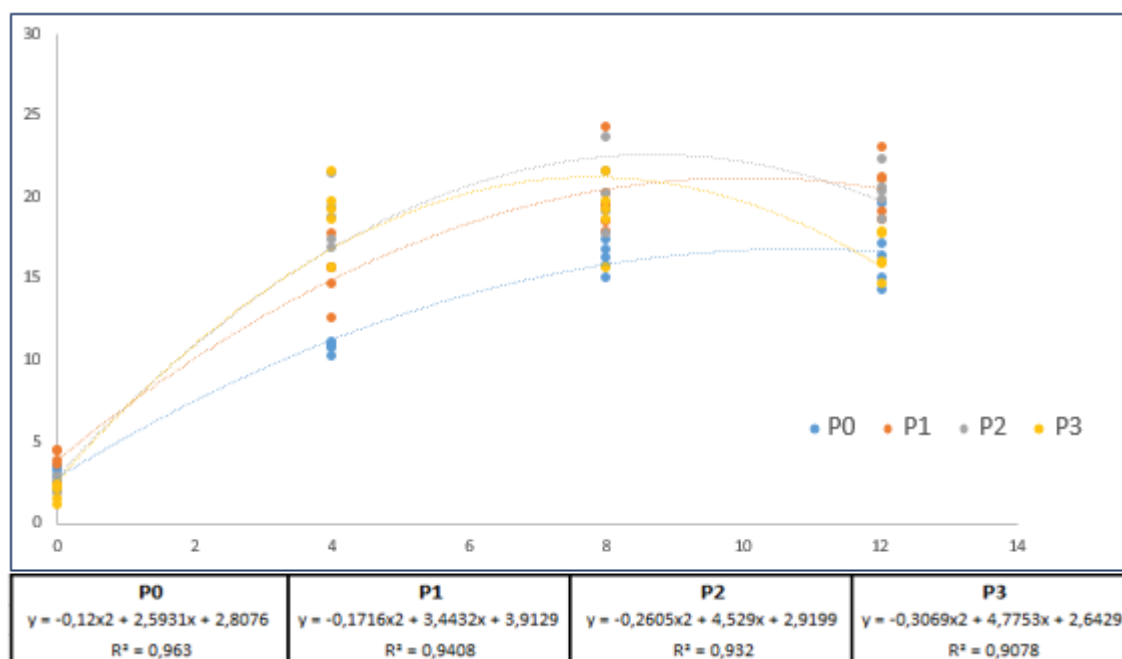
As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

FONTE: A autora (2019)

Semelhante ao resultado obtido ao analisar a variável diâmetros de coleto, nota-se que nas alturas, P3A1 não diferiu estatisticamente dos tratamentos com resultados superiores. Ao mesmo tempo, o tratamento P2A1 não difere de P3A1.

Observando as linhas de tendência para as médias das alturas, também constatou-se a diminuição das alturas à partir da dosagem 8 kg/m³.

GRÁFICO 2 - GRÁFICO DE DISPERSÃO E CURVAS DE TENDÊNCIA PARA AS ALTURAS



FONTE: A autora (2019).

Para serem submetidos à análise estatística, os dados dos índices de robustez calculados à partir da relação H/DC dos indivíduos tiveram os valores dos diâmetros de coleta transformados através da função raiz quadrada (TABELA 5).

TABELA 5 – MÉDIAS DOS ÍNDICES DE ROBUSTEZ

	A0	A1	A2	A3
P0	2,8701 abC	5,9312 cB	8,1367 cA	8,1666 bA
P1	3,3835 aC	8,3127 bB	9,8099 abA	9,6783 aA
P2	2,7532 abB	9,7155 aA	10,1648 aA	9,5097 aA
P3	2,4740 bC	9,2365 aA	9,2365 bA	7,9417 bB

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

FONTE: A autora (2019)

Com base nos resultados obtidos, nota-se que com o aumento da quantidade de pó de rocha, é possível diminuir a dosagem de adubo, uma vez que nos tratamentos com 20% de pó de rocha (P2) as doses de 4 kg/m³, 8 kg/m³ e 12 kg/m³ de adubo (A1, A2 e A3, respectivamente) não diferiram entre si.

Na Tabela 6 estão representadas as médias dos tratamentos que foram obtidas através da relação altura/diâmetro do coleto em valores reais (não transformados).

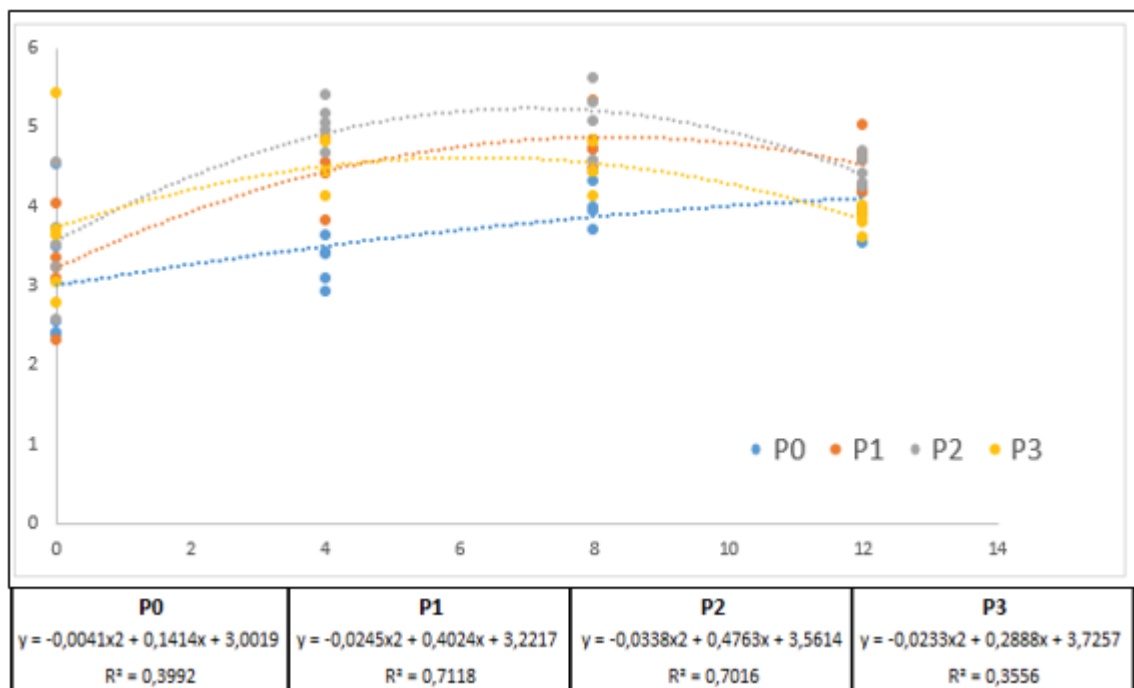
TABELA 6 – MÉDIAS DOS ÍNDICES DE ROBUSTEZ EM VALORES REAIS

	A0	A1	A2	A3
P0	3,07844	3,28903	4,084203	4,036441
P1	3,205579	4,49523	4,815525	4,546116
P2	3,523108	5,049046	5,083873	4,445466
P3	3,72073	5,057058	4,526964	3,844324

FONTE: A autora (2019)

No Gráfico 3 nota-se as linhas de tendência para as médias dos índices de robustez também apresentaram a diminuição dos valores à partir da dosagem 8 kg/m³.

GRÁFICO 3 - GRÁFICO DE DISPERSÃO E CURVAS DE TENDÊNCIA PARA OS ÍNDICES DE ROBUSTEZ



FONTE: A Autora (2019)

Por meio da análise dos resultados é possível afirmar que o tratamento P2A1 (20% e 4 Kg/m³) proporcionou a melhor resposta nas mudas, utilizando a menor quantidade de insumos. O valor obtido para o índice de robustez foi de 5,05 sendo semelhante ao encontrado por Hoffmann (2014), de 5,06, que avaliou o desenvolvimento inicial dessa espécie em viveiro.

Schmidt-Vogt (1984) citado por Gomes *et al.* (2003) considera que as características morfológicas do comprimento da parte aérea combinado com o diâmetro do colo geralmente tem provado sucesso em medir a qualidade da muda. Carneiro (1995) salienta que o diâmetro deve ser compatível com a altura, para que seu desempenho no campo corresponda às expectativas, sugerindo que o valor do índice e robustez deva estar entre os limites de 5,4 até 8,1, quando considerada uma altura entre 20 e 30 cm, e diâmetro do colo de 3,7 mm.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudas de *Solanum diploconos* se desenvolvem de forma superior quando submetidas à doses de adubo.

Avaliando o desenvolvimento através do índice de robustez, a melhor opção de tratamento é a combinação P2A1 com as quantidades de 20% do volume do recipiente composto por pó de rocha e 4 kg/m³ de fertilizante de liberação lenta constituidores do substrato.

O experimento indicou que para a produção de mudas de *Solanum diploconos*, é possível diminuir a quantidade utilizada de adubo ao adicionar pó de rocha.

Como a melhor dose de adubo foi a encontrada nos tratamentos compostos por A1 (4kg/m³), tem-se uma redução de aplicação de fertilizante ao se utilizar 8 kg/m³ ao invés de 12 kg/m³, garantindo uma economia ao viveiro.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M.L. Spaced-Group planting. 1953. **Unasylva**: 7(2). Disponível em <www.fao.org/forestry/site/unasylva/en> Acesso em: 01 ago. 2019.
- BOHS, L. Cyphomandra (Solanaceae). **Flora Neotropica**, Nova Iorque, 1994. Monografia 63, p. 1-175.
- BRACHTVOGEL, E. L.; FREIBERGE, M. B.; MALAVASI, M. M. & MALAVASI, U. C. (2006). Efeitos do uso de um fertilizante de lenta disponibilidade e do volume do recipiente na formação de mudas de *Peltophorum dubium*. *Scientia Agrária Paranaensis*, 5: 67- 71.
- BRASIL. Lei nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências**. Brasília, DF, dez 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm Acesso em: 08 Out. 2019.
- BRITEZ, R. M. Aspectos ambientais a serem considerados na restauração da Floresta com Araucária no Estado do Paraná. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.55, p. 37-43, 2007.
- CALEGARI, LEANDRO, MARTINS, SEBASTIÃO VENÂNCIO, GLERIANI, JOSÉ MARINALDO, SILVA, ELIAS, BUSATO, LUIZ CARLOS, Análise Da Dinâmica De Fragmentos Florestais No Município De Carandaí, Mg, Para Fins De Restauração Florestal. **Revista Arvore** 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48815860012>>. Acesso em: 01 ago. 2019.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 3, p. 119-125, set./dez. 2004.
- CASTRO, D. N. (2007). Produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess, (Guanandi) em diferentes recipientes. **[Trabalho de Conclusão de Curso]**. Seropédica (RJ): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- CHOMITZ, K. M. Em desacordo? Expansão Agrícola, Redução da Pobreza e Meio Ambiente nas Florestas Tropicais. **Relatório do Banco Mundial**, 2007. Disponível em: Acesso em: < <http://siteresources.worldbank.org/>>. Acesso em: 08 Out. 2019.
- EHLERS, T; ARRUDA, G; Efeitos do pó de rocha basáltica adicionado em substratos para mudas de *Pinus elliottii*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.13, n.3, p.310-317, 2014.

EHLERS, T; ARRUDA, G; Utilização do Pó de Basalto em Substratos para Mudanças de Eucaliptos gradis. **Floresta e Ambiente**, v.21, n. 1, p. 3744, 2014.

FAO. 2000. Land resource potential and constraints at regional and country scales. **World Soil Resource Report**, 90. Roma. 122p.

FONSECA, C.E.L da; RIBEIRO, J.F.; SOUZA, C.C. de; REZENDE, R.P.; BALBINO, V.K. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da; SOUZA-SILVA, J.C. (Ed.). **Caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2001. p.815-870.

FONSECA, T. G. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação. 2001. 72f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

GOMES, J. M., COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A. & GARCIA, S.L.R. (2003). Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tipos de tubete e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, 27(2): 113-127.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, v.15, p.1-23, 1995.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTERELLI, E.G.; NETO, S.P.M.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 309-350.

HOFFMANN, P. M. **Morfologia, ecofisiologia da germinação e desenvolvimento de *Solanum diploconos* (Mart.) Bohs (Solanaceae)**. 184 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) - Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **SOS Mata Atlântica e INPE apresentam dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**. 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/06/Atlas-mata-atlanticaDIGITAL.pdf>. Acesso em: 08 Out. 2019.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros, 256p. 2005.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. 2001. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.210, p.10-17.

LAMB, D. & GILMOUR, D. 2003. Rehabilitation and restoration of degraded forests. **Issues in Forest Conservation**. IUCN, Gland, Switzerland. 122p.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTTA, J. Restoration of degraded tropical forest landscapes. **Science**, v.310, p.1628-1632, 2005

LEONARDOS, O.H.; FYFE, W.S.; KRONBERG, B.I. Rochagem: O método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976. Belo Horizonte, **Resumos...**, 1976, p. 137-145.

LOUREIRO, F.E. L; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. **Fertilizantes, agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.

MARTINS, S.V.; ALMEIDA, D.P.; FERNANDES, L.V.; RIBEIRO, T.M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1081-1088, 2008.

MELAMED, R. & GASPAR, J. C. (2005). **Eficiência de pó de rocha na bio-disponibilidade de potássio em sistemas de produção agrícola sustentáveis**. XXI Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa – Natal-RN vol.2 pág. 546-552.

Millenium Ecosystem Assessment (MEA). **Ecosystem and Human Well-Being: Our human planet**. Summary for policy makers, Island Press, 2005.

PARROTA, J. A. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Leucaena*, tantan. New Orleans: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, **Southern Forest Experiment Station**. 1992.

PEZZUTTI, R. V. SCHUMACHER, M. V. HOPPE, J. M. (1999). Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, 9(2): 117- 125.

REIS, A., TRES, D. R., BECHARA, F. C. **A Nucleação como Novo Paradigma na Restauração Ecológica: “Espaço para o Imprevisível”**. Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares. Instituto de Botânica, São Paulo, 2006.

REIS, A., TRES, D., & SCARIOT, E. (2010). Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/120/79>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

REIS, J. L. Produção de mudas de *Schizolobium* 78 V.13, n.1, p. 69 - 78, 2006 Floresta e Ambiente amazonicum Huber ex Ducke. em diferentes recipientes e substratos. 2003.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Eds.). High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil. New York: **Nova Science Publishers**, 2007. 286p

SAMPAIO, A, B. *et al.* 2015. **Guia de Restauração Do Cerrado** Volume 1 - Semeadura Direta. Brasília/DF.

SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3.ed. São Paulo: Edusp/ Fapesp, 2004. p.313-318.

SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3.ed. São Paulo: Edusp/ Fapesp, 2004. p.313-318.

SARAIVA, K. R.; NASCIMENTO, R. S.; SALES, F. A. L.; ARAUJO, H. F.; FERNANDES, C. N. V. & LIMA, A. D. (2011). Produção de mudas de mamoeiro sob doses de adubação fosfatada utilizando como fonte Superfosfato Simples. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 5: 376-383.

SIMÕES, J. W. Problemática na produção de mudas de essências florestais. **Série Técnica**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 1-29, dez. 1987.

STEHMANN J. R, FORZZA R. C, SOBRAL, M, SALINO, A, KAMINO L. H. Y. (2009) **Plantas da Floresta Atlântica**. Instituto Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1–505.

THEODORO, S. H. **Fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural**. Tese (Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB). Brasília, 2000.

THEODORO, S.H. (2005) **Rochas para plantas: o resgate de uma produção alimentar sadia**. Anais do II SUFFIB – Seminário: O uso da fração Fina da Britagem, Cuchierato et. al. (eds).CD_ROM. São Paulo.