

PÓ DE BASALTO E ESTERCO EQUÍNO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Prunus sellowii* KOEHNE (ROSACEAE)

Juliane Garcia Knapik*, Alessandro Camargo Angelo**

*Eng^a. Florestal, M.Sc. - juknapik@yahoo.com.br

**Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, UFPR - alessandro.angelo@ufpr.br

Recebido para publicação: 22/08/2006 – Aceito para publicação: 29/06/2007

Resumo

O atual sistema de produção de mudas em tubetes implica a necessidade de adubações frequentes, em razão da menor quantidade de substrato utilizado. Buscando alternativas ao processo de adubação convencional, tendo em vista potenciais riscos ao meio ambiente, foram estudados o pó de basalto e o esterco equino como fontes de nutrientes. Dessa maneira, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de *Prunus sellowii* Koehne (pessegueiro-bravo) submetidas às seguintes adubações: sem adubação, adubação convencional, pó de basalto e esterco equino. Essas adubações foram misturadas em substrato comercial à base de casca de *Pinus* sp e vermiculita. O experimento foi instalado em junho de 2004 no viveiro da Embrapa Florestas, Colombo (PR). Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com seis repetições e nove plantas por parcela, com análise das seguintes características: altura, diâmetro de colo, biomassa seca (aérea e radicial) e concentração de nutrientes foliares. Os resultados indicaram que: a) não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos aplicados e a testemunha; b) mudas produzidas no substrato com pó de basalto acumularam mais Ca, Mg, B, Cu e Fe nas folhas.

Palavras-chave: Pessegueiro-bravo; mudas; adubações; nutrientes.

Abstract

Basalt dust and equine dung in the study of seedlings production of Prunus sellowii Koehne. The current system of seedling production in tubes implies in frequent fertilization due to the lower amount of substratum. In order to find an alternative of this process, and consider potential risks to the environment, it was used basalt dust and horse dung as sources of nutrients. In this context, this paper aims to evaluate the development of *Prunus sellowii* Koehne seedling, with four different kinds of fertilizations: without fertilization, conventional fertilization, horse dung and basalt dust, each one mixed in commercial substratum compound *Pinus* sp rind and vermiculite. The experiment was installed in June of 2004, in Embrapa Florestas nursery, Colombo (PR). The experiment was carried on a randomized block design, with six repetitions each one with nine plants. Were evaluated the following characteristics: height, diameter, dry biomass (aerial and root) and leaves nutrients composition. The results showed that: a) significant difference between the applied treatments and the witness was not evidenced; b) seedlings produced with basalt dust accumulated more Ca, Mg, B, Cu and Fe in leaves.

Keywords: Pessegueiro-bravo, seedlings, fertilization, nutrients.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a pesquisa referente a espécies arbóreas nativas tem se intensificado, principalmente devido ao aumento do interesse de universidades, órgãos de pesquisa governamentais e não-governamentais e empresas privadas. Essas entidades se deparam com a necessidade da recuperação de ecossistemas degradados, vinculada à crescente conscientização ambiental. Apesar dos esforços e dos conhecimentos já acumulados sobre essas espécies, muitos questionamentos ainda existem e pouco se sabe sobre elas.

A espécie *Prunus sellowii* Koehne, conhecida como pessegueiro-bravo, possui características que a tornam uma árvore promissora tanto para reflorestamentos como para recuperação de ecossistemas

degradados. Essa Rosaceae é tolerante a temperaturas frias, possui madeira apreciada pelas serrarias e crescimento relativamente rápido, além de apresentar abundante frutificação, com ótimo poder germinativo de suas sementes (CARVALHO, 1994).

De acordo com Barbosa, Soares e Crisóstomo (2003), a formação de mudas de boa qualidade em viveiro é um dos pontos determinantes do processo de produção, o qual pode possibilitar plantas com melhor desempenho em campo. A produção de mudas atualmente se faz através do sistema com tubetes que, dentre outras vantagens, possibilita a mecanização das operações de produção. No entanto, devido à menor quantidade de substrato utilizado, nesse tipo de recipiente há a obrigatoriedade de adubações, que devem ser freqüentes devido à alta lixiviação de nutrientes (GONÇALVES *et al.*, 2000).

A maior demanda de adubações, no entanto, gera um maior custo, muitas vezes desnecessário, o que incentiva a realização de pesquisas com materiais alternativos à adubação mineral extraída quimicamente. Segundo Schumacher *et al.* (2001), estudos com alternativas ao uso de fertilizantes químicos devem ser sempre aprimorados, em consequência das jazidas de alguns minerais estarem ficando escassas, dos elevados custos para a obtenção de fertilizantes e principalmente pelos adubos químicos contaminarem os recursos hídricos.

Leonardos *et al.* (1976) apontam para o uso de rocha moída, principalmente o basalto, recomendando-o como uma possível fonte de macro e micronutrientes, que podem levar ao rejuvenescimento de solos muito intemperizados. Segundo Resende *et al.* (2002), os basaltos são considerados rochas básicas, tidas como um importante material de origem de solos, contribuindo para sua fertilidade em função do predomínio de minerais facilmente intemperizáveis e ricos em cátions, destacando-se os feldspatos cálcio-sódicos e piroxênios. Guimarães (1955) ressalva que a farinha de rocha pode ser aplicada no solo apenas de quatro em quatro anos, visto a liberação gradativa dos nutrientes. Já a reposição da adubação convencional precisa ocorrer anualmente e com dosagens gradativamente maiores.

Amparo (2003) afirma que a utilização da farinha de rocha traz várias vantagens, sendo uma delas a diminuição da mão-de-obra, pois com sua aplicação não há necessidade de se adubar freqüentemente, devido ao seu efeito prolongado. Isso porque, não sendo a farinha de rocha prontamente solúvel em água, o produto não é lixiviado pela água da chuva ou irrigações intensas. Outras vantagens são citadas pelo autor, como a correção do pH, a não-salinização do solo, a não-absorção em excesso de potássio, o que beneficia a absorção de cálcio e magnésio e a diminuição da fixação do fósforo solúvel pela presença da sílica.

Outro material, também pouco estudado quanto a sua utilização na produção de mudas de espécies nativas é o esterco de equinos, encontrado em grandes quantidades em clubes de hipismo. Khatounain (2001) compara as fezes dos equinos com as camadas mais baixas da serapilheira, sofrendo decomposição semelhante. A utilização de esterco curtido, segundo Wendling e Gatto (2002), contribui para a melhoria da qualidade do substrato, pois aumenta sua capacidade de retenção de água, porosidade e agregação, além de fornecer nutrientes às mudas.

Tendo em vista o potencial da espécie em planos de recuperação de ecossistemas degradados, bem como o fato de se encontrarem poucas informações a respeito da produção de mudas, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da adubação com pó de basalto e esterco equino sobre mudas de *Prunus sellowii*, em comparação à adubação convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em junho de 2004, em viveiro da Embrapa Florestas, com o intuito de comparar o crescimento de mudas de *Prunus sellowii* sob diferentes adubações. O viveiro está localizado no município de Colombo (PR), situado entre 25°19'17"S e 49°09'39"W.

Para o ensaio, foram utilizados tubetes médios, com capacidade de 100 cm³, inseridos em bandejas metálicas. O substrato utilizado foi o comercial à base de casca de *Pinus* sp e vermiculita, e cerca de 10% de solo retirado sob árvores de *Prunus sellowii*, a fim de inocular igualmente os tratamentos com micorrizas. As sementes de *Prunus sellowii* (pessegueiro-bravo) foram coletadas de apenas uma árvore, na região próxima a Bocaiúva do Sul (PR), procurando assim diminuir a influência genética no crescimento das mudas.

Os tratamentos consistiram em quatro diferentes adubações: sem adubação, adubação convencional, esterco equino e pó de basalto.

A adubação convencional aplicada neste experimento foi baseada nas recomendações de Gonçalves *et al.* (2000), usada no viveiro da CESP em São Paulo. A adubação de base foi calculada por m³, constituída de 1667 g de superfosfato simples, 167 g de cloreto de potássio e 150 g de “fritas” – coquetel de micronutrientes.

O esterco equino foi obtido na Hípica do Círculo Militar, localizada a 1,6 km da Estrada da Ribeira. O material, que consiste na mistura de esterco equino com serragem, foi retirado das baias dos cavalos e encontrava-se já curtido. Com a análise do esterco, realizada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) de acordo com a metodologia de Sonneveld (1974), obteve-se a umidade do material (60,8%) e a análise química (Tabela 1). A quantidade de esterco equino utilizado na mistura do substrato foi de 30% do volume, o que corresponde a 300 litros de esterco por m³ de substrato.

Tabela 1. Análise química do esterco de cavalo.

Table 1. Equine dung chemical analysis.

pH	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cl	B	Cu	Fe	Mn	Zn	N		C	N	Relação C/N
													Nitrato	Amônia			
mg/L													g/kg				
6	44,6	218	90,9	62,9	54,4	11,4	30,9	0,2	0,06	1,1	0,03	0,1	177,6	5,1	165,3	14,3	11,6

O pó de basalto foi coletado na pedreira Ivo Kerber, situada no município de Porto União (SC). O produto principal da pedreira é a brita, e o pó de basalto é considerado um resíduo do processo de moagem. Uma vez que há poucas referências da utilização desse material em substratos, para definir a quantidade a ser usada levou-se em consideração as quantidades recomendadas para solos por hectare. Evans (1947) obteve aumento de 33,7% e 56,7% na produção de matéria seca com o cultivo de aveia em vaso, aplicando pó de basalto nas doses equivalente a 247 e 497 t/ha, respectivamente. Assim, no presente trabalho, optou-se por utilizar 150 kg de pó de basalto por m³ de substrato, correspondente a 300 t/ha (cálculo de m³/ha considerando 20 cm de profundidade de solo). A análise química do material foi realizada no laboratório do Setor de Ciências da Terra (LAMIR), da Universidade Federal do Paraná, e é apresentada na tabela 2.

Tabela 2. Análise química do pó de basalto.

Table 2. Basalt dust chemical analysis.

Mineral		Amostra A	Amostra B
SiO ₂	(%)	53,62	52,70
Al ₂ O ₃	(%)	13,47	13,74
TiO ₂	(%)	1,19	1,15
Fe ₂ O ₃	(%)	11,20	11,85
CaO	(%)	9,00	8,96
MgO	(%)	4,83	5,04
K ₂ O	(%)	1,17	1,11
Na ₂ O	(%)	2,95	3,03
MnO	(%)	0,19	0,18
P ₂ O ₅	(%)	0,20	0,20
S	(mg/dm ³)	139	135
Zr	(mg/dm ³)	1	1
Nb	(mg/dm ³)	31	31
Rb	(mg/dm ³)	<1	18
Ba	(mg/dm ³)	169	132
Cu	(mg/dm ³)	71	31
Zn	(mg/dm ³)	93	105
Soma	(%)	99,68	99,76

A aplicação de nitrogênio foi padronizada para todos os tratamentos, tendo sido utilizados 750 g e 1000 g de sulfato de amônio, para adubação de base e cobertura, respectivamente. Na adubação de base,

o sulfato de amônio foi calculado por m³ de substrato, e na adubação de cobertura foi diluído em água e aplicado apenas duas vezes, com intervalos de 10 dias (proporção de 100 L de água para regar 10.000 mudas).

Para cada tratamento foi realizada a mistura do substrato com a respectiva adubação com auxílio de uma betoneira. O experimento foi disposto em blocos ao acaso, com seis repetições, tendo nove plantas úteis por parcela. A bordadura foi constituída de uma linha de plantas em cada extremidade do bloco. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa STATISTICA, aplicando-se a análise de variância com o teste F e, em seguida, o teste de Tukey.

A avaliação foi realizada 135 dias após a emergência das plântulas, sendo realizadas medições das variáveis não destrutivas (altura e diâmetro de colo de todas as mudas), análises destrutivas (biomassa seca da parte aérea, biomassa seca de raízes, biomassa seca total) e concentração de nutrientes foliares de 12 mudas por tratamento. Essa última análise foi realizada pelo IAC (Instituto Agrônômico de Campinas/SP).

As características físicas e químicas dos substratos foram determinadas pelo Laboratório de Solos do Setor de Agrárias (UFPR). Para análise física, avaliou-se densidade real (método do balão volumétrico), densidade aparente (método da proveta), porosidade total (calculada através das densidades), seguindo metodologias da Embrapa (1997). Analisou-se também o tamanho das partículas, utilizando-se a metodologia de determinação da estabilidade de agregados via seca, com o uso de um conjunto de cinco peneiras, correspondendo a 6,35 mm, 4 mm, 2 mm, 0,71 mm e 0,5 mm de abertura de malha (adaptado de EMBRAPA, 1997).

Para as análises químicas, a determinação do pH foi realizada em solução CaCl₂ 0,01mol/L. Alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis foram extraídos por solução de KCl 1mol/L, sendo o Al determinado por titulometria (titulação com NaOH 0,025N) e o Ca e Mg determinados por complexometria (titulação com EDTA 0,0125 mol/L). Para extração de potássio (K) e fósforo (P), utilizou-se solução Mehlich 1 (HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,025 mol/L), usando, para a determinação de K, fotômetro de chama, e para P o método do colorímetro e leitura através de espectrofotômetro. Tais metodologias encontram-se descritas em Pavan *et al.* (1992). O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl (destilação), conforme descrito por Embrapa (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações das análises químicas dos tratamentos utilizados neste experimento são expostos na tabela 3.

Tabela 3. Análise química dos substratos antes do experimento.

Table 3. Treatments chemical analysis before the experiment.

Análise	Tratamento			
	Sem adubação	Adubação convencional	Esterco equino	Pó de basalto
pH SMP	4,9	4,9	5,4	6,1
pH CaCl ₂	4,1	4,0	4,8	5,4
Ca (cmol _c /dm ³)	8,33	9,70	8,86	13,23
Mg (cmol _c /dm ³)	4,76	4,35	5,54	5,58
K (cmol _c /dm ³)	2,07	2,51	1,91	1,30
P (mg/kg)	682,5	722,8	682,5	388,0
Na (cmol _c /dm ³)	0,43	0,46	0,57	0,85
Al (cmol _c /dm ³)	0,9	1,1	0,7	0
Fe (mg/kg)	32,2	29,9	12,7	31,6
Mn (mg/kg)	129	118	119	145
Cu (mg/kg)	0,9	0,8	0,7	0,4
Zn (mg/kg)	25	36	16	8
N (g/kg)	12,77	14,77	14,41	6,45

As características de pH CaCl₂, P, K, Ca e Mg contidos na tabela 2 foram comparadas de acordo com escala proposta por Gonçalves e Poggiani (1996). Segundo esses autores, o pH em CaCl₂ deve estar

entre 5,5 e 6,5, Ca trocável entre 10 e 20 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, Mg total entre 5 e 10 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, o K trocável entre 3,0 e 10 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e o P resina entre 400 e 800 mg/dm^3 .

Em relação ao pH CaCl_2 , apenas quando aplicado pó de basalto o valor é considerado médio, e nos demais tratamentos, baixos. Para esse experimento, portanto, a aplicação de pó de basalto proporcionou elevação do pH. Resultados positivos utilizando farinha de rocha para correção de pH, entre eles com pó de basalto, foram encontrados por Kavaleridze (1978), Theodoro (2000) e Kiehl (2002). No entanto, autores como Kudla *et al.* (1996) não obtiveram resultados satisfatórios no controle da acidez de solos com utilização de pó de basalto. O grande diferencial pode estar no material de origem utilizado, uma vez que o basalto usado na presente pesquisa possui cerca de 9% de cálcio (Tabela 2), e no material dos autores citados, apenas 1,75%.

Em termos do elemento Ca, também o tratamento com pó de basalto foi o único que obteve um valor considerado adequado; nos demais tratamentos, os valores de Ca foram baixos. Já para Mg, quando aplicado pó de basalto ou esterco equino, a quantidade desse nutriente foi considerada adequada para substratos, e nos demais tratamentos, baixas.

Para o elemento K, o tratamento com pó de basalto obteve valor considerado baixo, e nas demais adubações, médio. No entanto, no pó de basalto esse elemento pode estar preso a estruturas cristalinas, não aparecendo nas análises por não estar prontamente solúvel às plantas. Esse fato pode ser benéfico, uma vez que os nutrientes poderão ser disponibilizados aos poucos para as plantas, além de o pó de basalto ter proporcionado maior pH ao substrato. Segundo May (1984), em processos de lixiviação, como irrigações subseqüentes, o K pode esgotar-se completamente em substratos com pH 5 ou menos. De acordo com Kavaleridze (1978), além da rocha basáltica reduzida a pó fornecer apreciáveis quantidades de nutrientes ao solo, a sua aplicação proporciona a adição de colóides negativos devido à presença da sílica. Esses colóides possibilitam a retenção por absorção de cátions de sais nutrientes, como Ca, Mg e K, impedindo que eles sejam levados pela água.

Relativo ao P, quando aplicado pó de basalto, obteve-se valor considerado médio, e nos demais tratamentos, adequado. Segundo Neto *et al.* (2000), citado por Gonçalves *et al.* (2000), à semelhança do que ocorre com a maioria das espécies cultivadas, o fósforo é um nutriente muito limitante ao crescimento das espécies florestais nativas. May (1984) menciona que, em substratos com deficiência desse elemento, as mudas mostram desenvolvimento irregular nas partes aérea e radicial. Nesse sentido, sugere-se que seja aplicada uma fonte extra de fósforo quando utilizado pó de basalto como fonte de nutrientes em substratos.

Relativamente aos micronutrientes, verificou-se que possivelmente o aumento do pH no tratamento em que foi adicionado pó de basalto tenha diminuído a presença de alumínio, cobre e zinco solúveis no substrato. Nesse tratamento, a precipitação do Al foi total, o que, dependendo da planta, pode se tornar benéfico. De acordo com Foy (1976), o Al fixa o fósforo em formas menos solúveis no solo ou nas raízes, e ainda pode interferir na absorção, transporte e utilização de vários nutrientes (como Ca, Mg, P, K) e da água usada pelas plantas. Dessa forma, ocorre redução na absorção de fósforo, bem como precipitação do nutriente nas raízes, restringindo a sua translocação para a parte aérea.

O microelemento ferro, o mais requerido pelas plantas e indispensável para a formação da clorofila (MALAVOLTA, 1989), apresentou os mais baixos valores no substrato onde foi utilizado esterco equino, e os maiores valores com a aplicação de pó de basalto, assim como na testemunha.

Assim, em termos químicos, observa-se que o tratamento com utilização do pó de basalto proporcionou quantidades de Ca e Mg mais próximas das consideradas ideais de acordo com as recomendações de Gonçalves e Poggiani (1996), assim como as menores quantidades de K e P em relação aos outros tratamentos. Por sua vez, o esterco equino forneceu nutrientes de maneira intermediária às fornecidas pela adubação convencional e com pó de basalto.

Na tabela 4 são apresentadas as características físicas dos tratamentos.

Gonçalves e Poggiani (1996) indicam valores adequados de algumas características físicas de substratos. Assim, a densidade aparente deve estar em torno de 0,45 e 0,55 g/cm^3 e a porosidade total entre 75 e 85%.

Analisando a tabela 4, observa-se que os valores de densidade aparente dos tratamentos sem adubação, com adubação convencional e com esterco equino estão abaixo dos valores adequados, e os com pó de basalto obtiveram densidade acima dos valores considerados bons. Porém, o esterco equino foi o que obteve valores mais próximos dos tidos como ideais. Segundo Bonnet *et al.* (1995), quanto menor

for a densidade aparente, menores serão as restrições para o crescimento de raízes e melhor será sua estrutura.

Tabela 4. Características físicas dos tratamentos antes do experimento.

Table 4. Treatments physical characteristics before the experiment.

Tratamentos	Densidade aparente	Densidade partículas	Porosidade total	Granulometria (g/100g)					
	g/cm ³		%	> 6,3 mm	6,3 a 4 mm	4 a 2 mm	2 a 0,7 mm	0,7 a 0,4 mm	< 0,4 mm
Sem adubação	0,33	1,18	71,80	0,16	2,48	37,5	33,55	6,07	20,3
Adubação convencional	0,33	1,18	71,80	0,16	2,48	37,5	33,55	6,07	20,3
Pó de basalto	0,74	2,38	69,12	0,08	2,74	17,2	12,94	23,93	43,2
Esterco eqüino	0,39	1,79	78,21	0,04	0,65	21,6	49,75	0,02	28,0

As menores densidades de partículas foram encontradas nos tratamentos em que não foram misturadas adubações que afetam os parâmetros físicos, ou seja, sem adubação e com adubação convencional. Bonnet *et al.* (1995) afirmam que essa densidade desconsidera o espaço ocupado pelos poros. Para o tratamento com esterco eqüino, a densidade de partículas de 1,79 g/cm³ foi próxima da obtida por Moraes Neto *et al.* (2001), quando estes trabalharam com substratos à base de esterco bovino curtido e húmus de minhoca, e por Moraes Neto e Gonçalves (2001), na mistura de 60% de esterco bovino curtido e 40% de casca de arroz carbonizada, obtendo densidade de 1,70 g/cm³.

Com relação à porosidade, nota-se que apenas o tratamento com esterco eqüino obteve porcentagens apropriadas, de acordo com escala proposta por Gonçalves e Poggiani (1996).

Quanto à análise da granulometria, que mostra a distribuição das partículas (Tabela 4), nos tratamentos sem adubação ou com adubação convencional houve a predominância percentual dos tamanhos intermediários (4 a 2 mm e 2 a 0,7 mm). Já quando adicionado esterco eqüino, a predominância de partículas foi dominante na granulometria 2 a 0,7 mm, com 49,75% do material. Para May (1984), quanto mais grosseira for a granulometria do substrato, maior será a drenagem do material.

Para o tratamento com pó de basalto, a predominância das partículas foi na menor peneira, ou seja, < 0,4 mm. Essa alta porcentagem de partículas pequenas, segundo Schmitz *et al.* (2002), confere grande capacidade de retenção de água, podendo o espaço de aeração ficar reduzido. Essa granulometria fina do pó de basalto pode ter provocado um efeito cimentante, o que para Kämpf (2000) implica o fechamento dos poros, causando uma maior compactação, influenciando também na densidade.

Tendo em vista as características físicas dos substratos aplicados neste experimento, observa-se que a adição de pó de basalto prejudicou a aeração, pois proporcionou alta densidade aparente e baixa porosidade. A maior presença de partículas pequenas, ou seja, menor que 0,4 mm, pode ter proporcionado esse quadro.

Já a adição de esterco eqüino contribuiu para a melhoria das condições físicas do substrato, uma vez que proporcionou densidade aparente mais próxima das ideais e as únicas porosidades consideradas adequadas.

As características de crescimento das mudas de *Prunus sellowii* são apresentadas na tabela 5. Pela análise de variância, não se verificou diferença entre os tratamentos pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade para as características altura, diâmetro de colo e biomassa seca de raízes das mudas. Já para biomassa seca da parte aérea e biomassa seca total, houve diferença.

Não foi constatada diferença estatística para a variável altura entre os diferentes tratamentos. Cunha *et al.* (2002), estudando a influência de tamanhos de recipientes e tipos de substratos na produção de mudas de café em tubetes, obtiveram os melhores resultados em mudas produzidas com tubetes de 120 cm³ e substrato comercial acrescido de osmocote. A segunda melhor mistura de substrato para esse tamanho de embalagem foi o composto por 50% de esterco, 30% de terra de subsolo e 20% da mistura (50% de vermiculita, 25% de areia grossa e 25% de casca de arroz carbonizada). De acordo com Gomes e Paiva (2004), o maior valor do esterco não está em fornecer nutrientes às plantas, e sim em contribuir para melhorar as condições físicas do solo. Segundo Primavesi (1990), a característica mais importante que o esterco fornece ao solo é o aumento da capacidade de troca catiônica, de retenção de água, de circulação de ar e de aeração do solo.

Tabela 5. Altura, diâmetro de colo, biomassa seca da parte aérea, das raízes e total, de mudas de *Prunus sellowii*, após 135 dias de cultivo em viveiro.

Table 5. Height, root collar diameter, dry biomass (aerial and radicial), seedlings of *Prunus sellowii* after 135 days of culture in fishery.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro de colo (mm)	Biomassa seca (g)		
			Parte aérea	Raízes	Total
Sem adubação	24,80 a	2,857 a	1,143 a	0,388 a	1,531 a
Adubação convencional	24,69 a	2,786 a	1,077 a	0,377 a	1,454 a
Pó de basalto	23,30 a	2,760 a	0,922 b	0,343 a	1,265 b
Esterco eqüino	26,84 a	2,917 a	1,164 a	0,423 a	1,586 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de significância de 5%.

Quanto ao diâmetro de colo, também não foi observado qualquer efeito dos tratamentos nas mudas de pessegueiro-bravo. Fonseca (1988) recomenda um diâmetro de colo de cerca de 2 mm para as mudas de eucalipto poderem ser colocadas em campo, o qual já daria boa rigidez da haste. Para mudas de *Prunus sellowii*, todos os tratamentos obtiveram diâmetro de colo superior a 2 mm aos 135 dias.

Analisando a biomassa seca obtida das mudas de pessegueiro-bravo, observa-se que mudas produzidas com esterco eqüino adquiriram maior biomassa, seguidas das mudas produzidas no tratamento sem adubação. Como não houve diferença estatística entre esses tratamentos, verifica-se a não necessidade de se acrescentar materiais-fontes de nutrientes ao substrato comercial.

Tanto nas variáveis biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST), verifica-se que a adubação com pó de basalto proporcionou mudas com crescimento inferior a quando aplicados os outros tratamentos. Possivelmente, a condição física que o pó de basalto proporcionou ao substrato, com maior porcentagem de partículas finas, o que diminuiu a porosidade e aumentou as densidades (Tabela 4), tenha prejudicado o correspondente crescimento das mudas de *Prunus sellowii*. Supõe-se que, com aplicação de menores quantidades de pó de basalto ao substrato, poderia haver uma menor influência dele na aeração, possibilitando às mudas aproveitarem adequadamente os nutrientes do pó de basalto, resultando em crescimento biométricos das mudas.

Na tabela 6, constam os valores obtidos da concentração de nutrientes nas folhas de *Prunus sellowii*.

Tabela 6. Concentração de nutrientes nas folhas de *Prunus sellowii*, após 135 dias de cultivo em viveiro.

Table 6. Concentration of nutrients in leaf of *Prunus sellowii* after 135 days of culture in fishery.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg					mg/kg				
Sem adubação	13,7	1,5	12,0	14,1	4,3	53,3	4,5	139,0	570,0	60,5
Adubação convencional	15,7	1,5	13,6	17,7	4,1	53,4	4,6	150,0	591,0	66,8
Pó de basalto	15,5	1,2	12,5	29,3	5,0	60,6	5,7	171,0	241,0	55,5
Esterco eqüino	16,3	1,4	12,0	18,9	4,5	52,1	4,4	118,0	310,0	61,7

Malavolta *et al.* (1997) citam os teores de macro (g/kg) e micronutrientes (mg/kg) associados a altas produtividades de *Eucalyptus grandis*: N = 21 a 23; P = 1,3 a 1,4; K = 9 a 10; Ca = 5 a 6; Mg = 2,5 a 3; B = 25 a 30; Cu = 7 a 10; Fe = 100 a 140; Mn = 300 a 400 e Zn = 12 a 17. Em face desses valores, percebe-se que mudas de *Prunus sellowii*, através dos resultados da tabela 5, no geral, possuem necessidade de absorver menores quantidades de N e Cu, maiores quantidades de K, Ca, Mg, B e Zn, e teores próximos para as duas espécies de P e Fe. Para os valores de Mn, as quantidades desses nutrientes encontradas nas folhas de pessegueiro-bravo variaram dependendo do tratamento, não se podendo fazer uma generalização.

Pela observação da tabela 6, verifica-se que as maiores concentrações de N nas folhas de *Prunus sellowii* foram obtidas nas mudas produzidas com esterco eqüino (16,3 g/kg), e as menores no tratamento sem adubação (13,7 g/kg). Lembrando-se que todos os tratamentos, inclusive a testemunha, receberam nitrogênio na adubação de base e cobertura em quantidades iguais, fica evidenciada a contribuição do esterco eqüino referente a esse elemento, como observado na análise desse material na tabela 1. O condicionante físico também pode ter contribuído para a maior absorção de nitrogênio, visto que a adição

de esterco equino ao substrato proporcionou as condições físicas mais próximas das consideradas ideais dentre as misturas analisadas, o que possibilita menores perdas de nitrogênio pela lixiviação.

Com relação às concentrações de P, os valores variaram entre 1,2 g/kg nas mudas produzidas com pó de basalto e 1,5 g/kg quando produzidas sem adubação e com adubação convencional. A menor quantidade absorvida de P pelas mudas produzidas com pó de basalto já era esperada, em vista da análise química do substrato com esse material mostrar quantidades de P menores do que nos demais tratamentos (Tabela 3).

As maiores concentrações de K nas folhas de pessegueiro-bravo foram observadas no tratamento com adubação convencional (13,6 g/kg), e os menores, nos tratamentos sem adubação e com adubação com esterco equino (12 g/kg). Reese e Koo (1975), em um estudo de adubação, observaram que os aumentos nos teores de K estavam associados com níveis altos de P e de K, mas menores de Ca e de Mg. Assim, a maior absorção de Ca, observada nas mudas produzidas com pó de basalto e esterco equino, pode ter influenciado na menor absorção de K. No entanto, as mudas de pessegueiro-bravo, nas diferentes adubações, pouco se diferenciaram em função da quantidade desse nutriente nas folhas.

A respeito do Ca, a presença desse elemento nas folhas de mudas produzidas no tratamento com pó de basalto (29,3 g/kg) foi cerca de 2 vezes maior que as obtidas no tratamento sem adubação (14,1 g/kg). A adubação com esterco equino também propiciou mudas com maiores quantidades de Ca (18,9 g/kg).

Nas mudas produzidas com pó de basalto, foram obtidas as maiores concentrações de Mg (5,0 g/kg), e os menores valores foram encontrados no tratamento com adubação convencional (4,1 g/kg). Era esperado que, com uma maior concentração de Mg na parte aérea de mudas de *Prunus sellowii*, quando submetidas ao tratamento com pó de basalto, poderia ocorrer uma maior concentração de P. Segundo Malavolta *et al.* (1997), a absorção de H_2PO_4 é máxima na presença do Mg, pois este possui a função de carregador de fósforo, com participação na ativação de ATPases da membrana implicadas na absorção iônica. No entanto, esse fato não foi observado neste experimento.

Relativamente aos micronutrientes B, Cu e Fe, os maiores valores foram encontrados no tratamento com pó de basalto (60,6 mg/kg, 5,7 mg/kg e 171 mg/kg), e os menores nos tratamentos com esterco equino (52,1 mg/kg, 4,4 mg/kg e 118 mg/kg).

O Mn e o Zn foram absorvidos em maior quantidade pelas mudas produzidas com adubação convencional, assim como as menores quantidades desses elementos foram encontradas nas mudas produzidas com pó de basalto (241 mg/kg e 55,5 mg/kg). A menor absorção de Mn e Zn pelas folhas de pessegueiro-bravo no tratamento com pó de basalto pode estar relacionada ao fato de este oferecer um pH mais elevado às mudas.

Com relação aos micronutrientes, Bataglia (1991) afirma que o Fe é o mais requerido pelas plantas, pois ocorre nos cloroplastos, onde está ligado à ativação e constituição de diversas enzimas e participa da síntese protéica. No entanto, para mudas de *Prunus sellowii*, o micronutriente absorvido em maiores quantidades pelas folhas dessa espécie foi o Mn.

CONCLUSÕES

A utilização somente de substrato comercial à base de *Pinus* sp e vermiculita foi suficiente para produção de mudas de pessegueiro-bravo, não sendo necessária a adição de adubação convencional, de esterco equino ou pó de basalto, nas condições estudadas.

Não é recomendável a aplicação de 150 kg por m³ de pó de basalto ao substrato comercial. Doses menores devem ser estudadas, visando a adição de nutrientes sem comprometer o meio físico do substrato.

As mudas desenvolvidas no substrato com pó de basalto foram as que acumularam mais Ca, Mg, B, Cu e Fe nas folhas. Houve tendência de maior acúmulo de N nas folhas de mudas crescidas no substrato com esterco equino.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos do viveiro da Embrapa Florestas pelos serviços prestados, e ao pesquisador Edilson Batista de Oliveira, pelo auxílio na estatística.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 519-522, dez. 2003.
- BATAGLIA, O. C. Ferro. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da (Eds.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos, 1991. p. 159-172.
- BONNET, B. R. P.; ANDREOLI, C. V.; QUEIROZ, S. M. P.; FERNANDES, F. Reciclagem agrícola do lodo de esgotos: impactos ambientais potenciais e monitoramento no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 4., 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Clube de Engenharia / UFRJ, 1995. v. 1. p. 63-72.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa-Florestas, 1994. 640 p.
- CUNHA, R. L. da.; SOUZA, C. A. S.; ANDRADE NETO, A.; MELO, B.; CORREA, J. F. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p.7-12, jan./fev., 2002.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997. 212 p.
- EVANS, H. Investigations on the fertilizer value of crushed basaltic rock. In: **Annual report**. Mauritius Sugar Cane Research Station, Mauritius, v. 18, p. 42-8, 1947.
- FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em "Winstrip"**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.
- FOY, C. D. Differential aluminum and manganese tolerances of plant species and varieties in acid soils. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, 1976. p. 150-155.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais**: propagação sexuada. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.
- GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: SOLO-SUELO- CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996. Águas de Lindóia-SP. **Relação de trabalhos...** Águas de Lindóia: SLCS/SBCS/ESALQ/USP/CEA-ESALQ/USP/SBM, 1996. 1 CD ROM.
- GUIMARÃES, D. **Contribuição ao estudo dos Tufos da Mata da Corda**. Belo Horizonte: Instituto de Tecnologia Industrial, 1955. 31 p.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 254 p.
- KAVALERIDZE, W. C. **Nossos solos**: formação, vida dinâmica, tratamento e conservação. 2. ed. Curitiba: [s.n.], 1978. 168 p.
- KHATOUNAIN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348p.
- KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem**: maturação e qualidade do composto. 3. ed. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2002. 171p.
- KUDLA, A. P.; MOTTA, A. C. V.; KUDLA, M. E. Efeito do uso do pó de basalto aplicado em um cambissolo álico sobre o solo e crescimento do trigo. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 15, n. 2, 1996. p. 187-195.

- LEONARDOS, O. H.; FYLE, W. S.; KROMBERG, B. Rochagem: método de aumento de fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., 1976, Ouro Preto. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1976. p. 137-145.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MAY, J. T. Basic concepts of soils management. In: **Southern pine nursery handbook**. [S.I.]: USDA. For. Serv., Southern Region, 1984. Cap. 1, p.1-25.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem na mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 29-38, 2001.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da floresta atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 277-287, 2001.
- PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 40p.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1990. 549p.
- REESE, R.L.; KOO, R.C.J. Effects of N and K fertilization on leaf analysis, tree size and yield of three major Florida orange cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 100, p. 195-198, 1975.
- RESENDE, M.; CURTI, N.; RESENDE, S. B. de.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa, 2002. 338p.
- SCHMITZ, J. A.; SOUZA, P. V. D. de; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.
- SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W.; OLIVEIRA, E. R. V.; PIROLI, E. L. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2001.
- SONNEVELD, C.; ENDE, J. V. D.; DIJK, P. A. V. Analysis of growing media by means of a 1:1,5 volume extract. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, [S.I.], v. 5, n. 3, p. 183-202, 1974.
- THEODORO, S. de C. H. **A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural**. 225 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2000.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.