

**EFEITO DE MICORRIZAS E DA FERTILIZAÇÃO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Campomanesia xanthocarpa* (MART.) O.BERG., PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

EFFECT OF MYCORRHIZAE AND FERTILIZATION ON GROWTH SEEDLINGS OF *Campomanesia xanthocarpa* (MART.) O.BERG., PRODUCED IN DIFFERENT SUBSTRATES

Samanta Jaqueline Dalanhol<sup>1</sup> Antonio Carlos Nogueira<sup>2</sup> Sergio Gaiad<sup>3</sup> Dagma Kratz<sup>4</sup>

**RESUMO**

Devido à necessidade de recuperação de áreas degradadas e de áreas de preservação permanente, o plantio de espécies nativas brasileiras aumentou e, conseqüentemente, houve acréscimo também na demanda por mudas destas espécies. Dessa forma, visando à produção de mudas de *Campomanesia xanthocarpa* com maior qualidade, objetivou-se neste trabalho, avaliar o efeito da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), da adubação e da composição do substrato no crescimento de mudas desta espécie. O experimento foi conduzido na Embrapa Florestas (Colombo - PR). As plântulas, após germinação em vermiculita média, foram transplantadas para tubetes (100 cm<sup>3</sup>) contendo substratos à base de vermicomposto e casca de arroz carbonizada e substrato comercial à base de casca de pinus. Estes substratos foram testados com e sem inoculação micorrízica e na presença e ausência de adubação de cobertura. Analisaram-se as propriedades físico-químicas dos substratos formulados e, aos 180 dias, avaliaram-se a altura, o diâmetro do colo, a agregação das raízes ao substrato, a biomassa seca aérea, a biomassa seca radicial, a relação entre altura e diâmetro do colo e o índice de qualidade de Dickson. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). A inoculação com FMAs não influenciou no crescimento das mudas, enquanto que a interação entre substratos e adubação foi significativa para a maioria das variáveis. A ausência de resposta aos FMAs foi, provavelmente, devido às altas concentrações de fósforo nestes substratos. A adubação teve grande efeito sob o crescimento das mudas, provavelmente devido às reduzidas dimensões das sementes da espécie que consomem toda a reserva durante o processo germinativo. Concluiu-se que o substrato à base de vermicomposto e casca de arroz carbonizada, na proporção de 30/70, pode ser utilizado na produção de mudas desta espécie. Este substrato pode substituir o comercial à base de casca de pinus, no qual as mudas apresentaram crescimento reduzido, para a maioria das variáveis.

**Palavras-chave:** guabiroba; fungos micorrízicos arbusculares; vermicomposto; casca de arroz carbonizada.

**ABSTRACT**

Due to the need for recovery of degraded areas and permanent preservation areas, the planting of native species in Brazil increased and consequently there was an increase in demand for seedlings. Thus, in order to produce seedlings *Campomanesia xanthocarpa* with higher quality, the aim of this study was to evaluate the effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation, fertilization and substrate composition on

1 Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas (Botânica). Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Botucatu. Rua Prof. Dr. Antônio Celso Wagner Zanin, 250. Distrito de Rubião Junior. Caixa postal 510. CEP: 18618-689, Botucatu, SP. dalanholsj@gmail.com

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná. Av. Prof. Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. nogueira@ufpr.br

3 Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000. Colombo (PR), Brasil. sergio.gaiad@embrapa.br

4 Engenheira Florestal, Dra., Professora do Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Av. Prof. Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. dagmakratz@ufpr.br

growth of seedlings of this species. The experiment was conducted at Embrapa Florestas (Colombo, PR). Seedlings after germination in vermiculite were transplanted to plastic pots (100 cm<sup>3</sup>) containing substrates based in vermicompost and rice husk and commercial substrate base pine bark. These substrates were tested with and without mycorrhizal inoculation and the presence and absence of manuring. Analyzed the physico-chemical properties of substrates formulated and at 180 days, were evaluated height, diameter, aggregation of roots to the substrate, shoot dry biomass, root dry biomass, the relationship between height and diameter and Dickson quality index. Means were compared by Tukey test (5%). Inoculation with AMF did not influence the growth of seedlings, while the interaction between substrates and fertilization was significant for most variables. The lack of response to AMF was probably due to high concentrations of phosphorus in these substrates. Fertilization had great effect on seedling growth, probably due to the reduced dimensions of the seeds that consumes all the reservation during the germination process. It was concluded that the substrate-based vermicompost and rice husk in the proportion of 30/70, can be used in the production of seedlings of this species. This substrate can replace the commercial base pine bark, where the seedlings showed reduced growth, for most variables.

**Keywords:** *guabiroba*; arbuscular mycorrhizal fungi; vermicompost; carbonized rice husk.

## INTRODUÇÃO

A polpa de frutos carnosos representa uma importante fonte alimentar para muitas espécies de animais, os quais ao defecar, cuspir, regurgitar ou derrubar os frutos e/ou sementes longe da planta-mãe, aumentam as chances de sobrevivência das plantas (GALETTI; PIZO; MORELLATO, 2006). Dentre as diversas espécies que contribuem para a alimentação animal, algumas como a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg) destacam-se também por seu potencial de uso doméstico e comercial (BLUM; OLIVEIRA, 2009).

A guabiroba, uma planta decídua característica do bioma Mata Atlântica, é indicada para recomposição de áreas degradadas e matas ciliares, pois detém grande interesse econômico e ecológico. Pode também ser utilizada para arborização urbana, devido ao efeito ornamental e por proporcionar boa sombra. Suas flores têm importância melífera, sendo um atrativo para abelhas, enquanto os frutos, a casca e as folhas possuem propriedades medicinais. Os frutos, doces e comestíveis, são ainda muito apreciados pelo homem e pelos animais, seus principais dispersores (CARVALHO, 2006; LORENZI, 2008).

Devido ao aumento dos problemas ambientais, existe uma forte demanda pela conservação das florestas, o que aumenta o interesse pelas espécies nativas brasileiras, aumentando também a demanda por mudas florestais, as quais constituem insumo básico nos programas de recuperação ou conservação de ecossistemas (SARMENTO; VILLELA, 2010). Muitas dessas espécies necessitam de pesquisas que aperfeiçoem sua produção a baixo custo e com qualidade (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005). De acordo com Silva, Peixoto e Junqueira (2001), o uso de substratos adequados associados ao emprego de fungos micorrízicos arbusculares, contribui para a formação de mudas com qualidade superior.

As principais funções do substrato são a sustentação e a nutrição da planta (GOMES; PAIVA, 2011). O substrato pode ser de qualquer material ou mistura de materiais que contenham características desejáveis para o desenvolvimento da muda. Deve ter um nível adequado de fertilidade, ser homogêneo, ter boa capacidade de absorção de água e nutrientes, facilidade de manuseio e de aquisição, permitir o arejamento e ser livre de patógenos e substâncias tóxicas (HARTMANN et al., 2011). Além disso, para se obter um crescimento normal das plantas, todos os nutrientes devem estar presentes no substrato em quantidades adequadas para suprir as exigências da planta (WENDLING; GATTO, 2002). Quando se encontram em quantidades abaixo ou acima do adequado, podem causar sintomas de deficiência ou de toxidez, respectivamente. Para corrigir as deficiências utiliza-se a adubação (TRATCH, 2009). A adubação de crescimento é necessária para repor os nutrientes absorvidos pelas plantas e os perdidos por lixiviação na irrigação. Desta forma, as características físico-químicas do substrato, a frequência e a intensidade de irrigação, irão determinar o tempo de residência do nutriente no sistema (JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2009). Contudo, a adubação pode interferir na colonização das raízes pelos FMAs, pois, de acordo com Ramos e Martins (2010), a alta absorção de fósforo pode dificultar a penetração das hifas nas raízes, resultando em baixa colonização.

A micorriza é possivelmente a mais importante das simbioses do reino das plantas, pois os fungos aumentam sua capacidade de absorção de água e nutrientes. Em troca, a planta fornece a estes fungos, carboidratos e vitaminas essenciais a sua sobrevivência (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Existem diferentes tipos de associações micorrízicas e as mais frequentes são as com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), os quais se associam a cerca de 80% das famílias de plantas conhecidas. Entre estas, as espécies florestais e frutíferas brasileiras respondem bem à inoculação, sendo beneficiadas principalmente em relação à absorção de fósforo (BERBARA; SOUZA; FONSECA, 2006).

A maioria das espécies de plantas, dependentes de micorriza, desenvolve-se melhor e mais rapidamente, podendo ser disponibilizadas mais cedo ao produtor. As plantas micorrizadas são mais tolerantes ao estresse do transplântio e têm maior índice de sobrevivência no campo. A inoculação com inoculantes eficientes permite também reduzir o uso de fertilizantes e corretivos adicionados aos substratos (MIRANDA, 2006), diminuindo o custo da produção de mudas. Zangaro et al. (2002) relatam em seu trabalho a incidência e a resposta à inoculação micorrízica em 81 espécies nativas da bacia do rio Tibagi, Paraná. Entre elas está a *Campomanesia xanthocarpa*, a qual apresentou resposta muito alta à inoculação, porém, não foi verificado se os FMAs influenciam no crescimento destas plantas, sendo necessárias pesquisas que demonstrem se estes fungos influenciam neste processo.

Dessa forma, visando à produção de mudas de *Campomanesia xanthocarpa* com maior qualidade, objetivou-se neste trabalho, avaliar o efeito de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), da adubação e da composição do substrato no crescimento de mudas desta espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local dos experimentos e obtenção das sementes

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Propagação de Plantas da Embrapa Florestas, localizada em Colombo, Paraná, situada a 25°19'17" de latitude S e 49°09'39" de longitude W. O clima da região é classificado como Cfb (clima subtropical úmido), com verões frescos e geadas severas, de acordo com o Sistema Internacional de Köppen.

Os frutos de *Campomanesia xanthocarpa*, provenientes de 10 matrizes localizadas no município de Colombo, Paraná, foram coletados da árvore e do chão, após dispersão recente (frutos íntegros) e macerados em peneira com água corrente. Porém, somente esta prática não é suficiente para retirar a polpa que fica aderida às sementes, desta forma, após a lavagem dos frutos, as sementes foram friccionadas com areia, para eliminar a polpa remanescente. Também foi coletado material vegetal em época reprodutiva, herborizado e identificado no herbário do Laboratório de Ecologia da Embrapa Florestas. A exsicata está tombada sob o número HFC 8956.

### Instalação do experimento

Após o beneficiamento, as sementes permaneceram à sombra para secagem superficial. Como sementeira, foram utilizadas caixas de polipropileno perfuradas, com dimensões de 14 cm de altura, 30 cm de largura e 37 cm de comprimento, as quais foram preenchidas com vermiculita média ocupando cerca de 75% do volume da caixa. Após a semeadura, as sementes foram cobertas com uma camada de vermiculita equivalente ao tamanho da semente e permaneceram em estufa de vidro até atingirem a altura adequada para a repicagem.

Quando as plântulas atingiram cerca de 5 cm (aproximadamente 40 dias após a semeadura), foi realizada a repicagem das plântulas para tubetes preenchidos com os seguintes substratos: S1 – 100% substrato comercial à base de casca de pinus; S2 – 50% vermicomposto (VM) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); S3 – 40% VM + 60% CAC; S4 – 30% VM + 70% CAC; S5 – 20% VM + 80% CAC; S6 – 10% VM + 90% CAC e S7 – 5% VM + 95% CAC. Para evitar o enovelamento, as raízes foram podadas no momento da repicagem, permanecendo com tamanho entre 5 e 7 cm.

Os substratos foram homogeneizados manualmente, umedecidos e distribuídos em bandejas contendo tubetes de 100 cm<sup>3</sup>. Estas bandejas foram agitadas e preenchidas com mais substrato, sendo este

procedimento repetido até os tubetes ficarem totalmente preenchidos.

Após a repicagem, as mudas permaneceram por 15 dias em casa de sombra (sombrite 50%) para aclimação e, posteriormente, foram transferidas para estufa de vidro, na qual permaneceram até o término do experimento, aos 180 dias. O sistema de irrigação da casa de sombra consistiu em um minuto a cada hora (entre as 9h e 18h), enquanto que na estufa de vidro foi quatro vezes ao dia com duração de 10 minutos. Nos dias nublados ou chuvosos o tempo de irrigação foi reduzido entre 20% e 50%.

### Composição dos substratos e inóculo micorrízico

O substrato comercial à base de casca de pinus e o vermicomposto foram adquiridos em lojas de produtos agrícolas, enquanto que a casca de arroz foi adquirida *in natura* e, no Laboratório de Propagação de Plantas da Embrapa Florestas, passou pelo processo de carbonização, caracterizado pela combustão incompleta, utilizando altas temperaturas e pouco oxigênio.

Antes da mistura dos substratos, o vermicomposto e o substrato comercial à base de casca de pinus foram esterilizados em autoclave a 120°C por 40 minutos, a fim de garantir que somente os fungos micorrízicos do inóculo estariam presentes nos substratos.

Cada substrato foi testado com e sem inoculação micorrízica, para a qual se utilizou um inóculo comercial contendo uma mistura dos seguintes fungos micorrízicos arbusculares: *Glomus brasilianum*, *Glomus clarum*, *Glomus deserticola*, *Glomus intraradices*, *Glomus margarita*, *Glomus monosporus* e *Glomus mosseae*. Utilizou-se 700 g m<sup>-3</sup> de inóculo no substrato, adequado conforme recomendação do fabricante que é de 500 a 750 g m<sup>-3</sup>, o qual foi adicionado ao substrato logo após sua formulação.

As análises físicas e químicas dos substratos foram realizadas no Núcleo de Solos e Ciclos Biogeoquímicos da Embrapa Florestas, respectivamente nos Laboratórios de Física e Química do Solo. Determinou-se: densidade aparente, porosidade total, capacidade de retenção de água (microporosidade), espaço de aeração (macroporosidade), matéria orgânica, pH (H<sub>2</sub>O), condutividade elétrica (H<sub>2</sub>O), macronutrientes (N disponível, P, K, S, Ca e Mg) e micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn).

Para a realização das análises foram separados cerca de 2 litros de cada um dos substratos antes de serem utilizados nos tratamentos, sem inóculo de micorrizas. As análises físicas foram realizadas seguindo a Instrução Normativa n° 17 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007). Para as análises químicas, utilizaram-se as metodologias de Nogueira e Souza (2005). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### Adubação de cobertura

Cada substrato também foi testado com e sem adubação de cobertura. Após a aclimação das mudas, iniciou-se a adubação de crescimento com 3 g L<sup>-1</sup> de Superfosfato Simples, 4 g L<sup>-1</sup> de Ureia, 3 g L<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio e 0,025 g L<sup>-1</sup> de FTE BR 12 (7,1% Ca; 5,7% S; 1,8% B; 0,8% Cu; 2,0% Mn; 0,1 % Mo e 9,0 %Zn) na proporção de 6 litros de adubo para cada 1000 mudas. Aos 150 dias, iniciou-se a adubação de rustificação que consistiu de Superfosfato Simples (10 g L<sup>-1</sup>), Sulfato de Amônio (4 g L<sup>-1</sup>), Cloreto de Potássio (4 g L<sup>-1</sup>) e FTE BR 12 (1 g L<sup>-1</sup>) na proporção de três litros para cada 1000 mudas, mantendo-se assim até o término do experimento aos 180 dias, seguindo recomendações de Wendling et al. (2011) para espécies florestais nativas.

Estes sais foram dissolvidos em água e aplicados sobre as mudas com auxílio de regador, uma vez por semana. Cerca de 10 minutos após a aplicação do adubo, as mudas foram irrigadas para retirar o adubo que porventura tivesse ficado aderido às folhas. Para não haver diferença entre mudas adubadas e não adubadas, estas últimas também foram irrigadas, mesmo não tendo recebido adubação.

### Avaliações

No término do experimento, aos 180 dias, avaliaram-se: a) altura: utilizando-se régua com precisão de 0,1 cm, tendo como limite a gema apical da muda; b) diâmetro do colo: medido com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, tendo como referência a cicatriz no caule deixada pela semente após

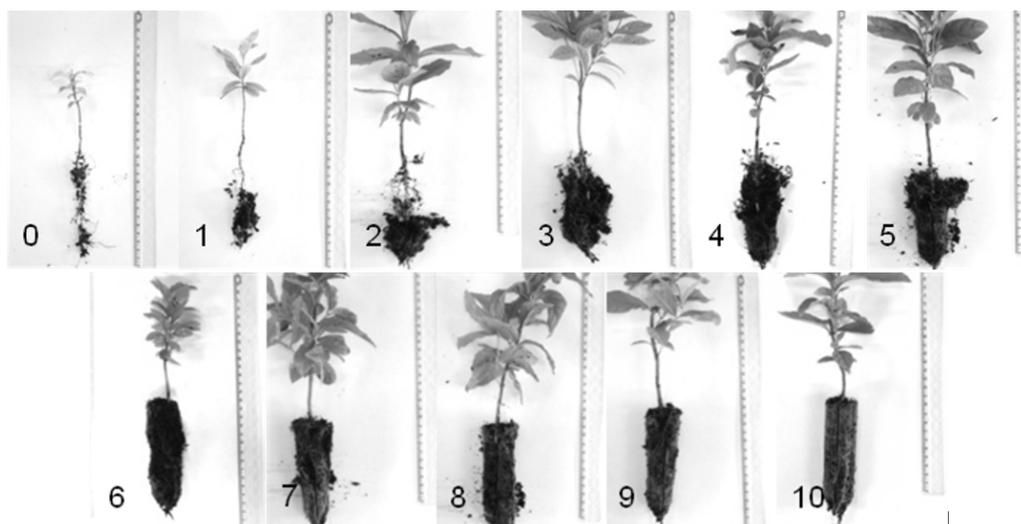


FIGURA 1: Índice de agregação das raízes ao substrato em mudas de *Campomanesia xanthocarpa*.  
 FIGURE 1: Substrate roots aggregation index in seedlings of *Campomanesia xanthocarpa*.

a germinação; c) agregação das raízes ao substrato (Figura 1): no qual se submeteu a muda à queda livre de um metro de altura, atribuindo nota zero para o torrão totalmente esboroadado e dez para aquele que permaneceu totalmente íntegro (WENDLING, GUASTALA; DEDECEK, 2007); d) biomassa seca da parte aérea e radicial: nos quais as mudas foram secas em estufa de circulação forçada a 60°C por 48 h e pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g.

Também foram calculados índices morfológicos: e) relação entre altura (H) e diâmetro do colo (DC): “H (cm)” / “DC (mm)” ; f) índice de qualidade de Dickson (IQD): “BST” / (“H” / “DC” + “BSA” / “BSR” ). Onde: BST = biomassa seca total (g); H = altura (cm); DC = diâmetro de colo (mm); BSA = biomassa seca aérea (g); BSR = biomassa seca radicial (g).

### Procedimento estatístico

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (7 x 2 x 2), sendo sete diferentes substratos, com e sem inoculação micorrízica e com e sem adubação de cobertura, totalizando 28 tratamentos. Utilizaram-se cinco repetições de 20 mudas, para as variáveis altura e diâmetro do colo e para as análises destrutivas utilizaram-se cinco repetições de 10 mudas por tratamento.

Realizou-se o teste de Bartlett, para verificar a homogeneidade das variâncias entre os tratamentos, as que se mostraram homogêneas foram submetidas ao teste F e pelo teste de Tukey, as médias foram comparadas em nível de 5% de probabilidade de erro. Os dados não homogêneos foram transformados em Log (X) e após, quando negativos, utilizou-se também  $X=X+C$ , sendo C um número inteiro. Os dados transformados foram utilizados somente na análise estatística, enquanto que nas tabelas e figuras mantiveram-se os dados originais.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência de um substrato para produção de mudas está associada a sua capacidade de aeração, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes, sendo que as duas primeiras estão relacionadas principalmente com as características físicas e a terceira com as características químicas do substrato (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Desta forma, toda vez que um substrato novo é formulado, suas características físicas e químicas devem ser analisadas para verificar se estão adequadas para o crescimento das mudas e também para se conhecer as condições necessárias para o melhor crescimento da espécie em questão, dando suporte a estudos posteriores.

TABELA 1: Resultados das análises químicas e físicas nos substratos antes da instalação do experimento: pH (água), condutividade elétrica (CE), densidade aparente (DA), matéria orgânica (MO), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA) e capacidade de retenção de água (CRA).

TABLE 1: Chemical and physical properties results on the substrates before the installation of the experiment: pH (water), electrical conductivity (CE), apparent density (DA), organic matter (MO), total porosity (PT), space aeration (EA) and water holding capacity (CRA).

Substratos	pH	CE	DA	MO	PT	EA	CRA
	(H <sub>2</sub> O)	mS cm <sup>-1</sup>	Kg m <sup>-3</sup>		%		
S1 - SC	6,06	0,76	317	33,55	58,15	26,01	32,14
S2 - 50%VM+50%CAC	6,41	0,48	205	63,66	61,87	25,01	36,86
S3 - 40%VM+60%CAC	6,44	0,46	124	64,68	65,18	29,84	35,35
S4 - 30%VM+70%CAC	6,45	0,42	119	57,01	70,93	37,81	33,13
S5 - 20%VM+80%CAC	6,54	0,33	138	53,38	76,83	46,87	29,96
S6 - 10%VM+90%CAC	6,94	0,24	132	48,74	79,81	49,26	30,45
S7 - 5%VM+95%CAC	7,25	0,19	72	32,19	83,03	50,78	32,45

Em que: SC = Substrato comercial à base de casca de pinus. VM = Vermicomposto. CAC = Casca de arroz carbonizada.

TABELA 2: Concentração dos macronutrientes cálcio (Ca<sup>+2</sup>), magnésio (Mg<sup>+2</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), fósforo (P), enxofre (S) e nitrogênio disponível (Ndisp) e dos micronutrientes cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) nos substratos antes da instalação do experimento.

TABLE 2: Concentration of macronutrients calcium (Ca<sup>+2</sup>), magnesium (Mg<sup>+2</sup>), potassium (K<sup>+</sup>), phosphorus (P), sulfur (S) and nitrogen available (Ndisp) and micronutrients copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn) and zinc (Zn) in the substrates studied before the installation of the experiment.

Substratos	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	P	S	Ndisp	Cu	Fe	Mn	Zn
	cmolc dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>						
S1 - SC	19,23	3,77	1,12	372,5	309,9	25,70	0,17	189,3	37,0	7,17
S2 - 50%VM+50%CAC	9,17	6,43	3,59	946,3	102,7	28,40	3,13	215,7	132,7	49,33
S3 - 40%VM+60%CAC	8,61	5,66	3,59	874,5	99,92	28,07	3,27	218,0	131,3	40,33
S4 - 30%VM+70%CAC	7,63	2,96	3,42	923,7	72,29	26,67	3,27	219,0	165,3	51,33
S5 - 20%VM+80%CAC	4,54	2,80	3,59	686,5	53,93	23,63	2,87	216,3	140,0	37,0
S6 - 10%VM+90%CAC	2,53	2,21	3,42	477,7	45,99	22,07	2,27	127,3	103,0	21,0
S7 - 5%VM+95%CAC	1,73	1,45	4,02	341,3	34,47	18,87	1,83	106,7	103,0	11,77

Em que: SC = Substrato comercial à base de casca de pinus. VM = Vermicomposto. CAC = Casca de arroz carbonizada.

Sendo assim, os resultados das análises físicas (densidade aparente, porosidade total, espaço de aeração e capacidade de retenção de água) e químicas (matéria orgânica, pH, condutividade elétrica, macronutrientes (Ca, Mg, K, P, S e Ndisp) e micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) nos substratos estudados, anteriormente à instalação do experimento, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

A altura das mudas de *Campomanesia xanthocarpa* aos 180 dias foi significativamente influenciada pela adubação e pelos diferentes substratos testados. Verificou-se que, independentemente do substrato, as mudas apresentaram melhor crescimento com adubação, apresentando incremento maior que o dobro, em relação às mudas não adubadas (Figura 2). Estes dados corroboram os resultados de Cruz, Paiva e Guerrero (2006), os quais verificaram que mudas de *Samanea inopinata* apresentaram melhor crescimento

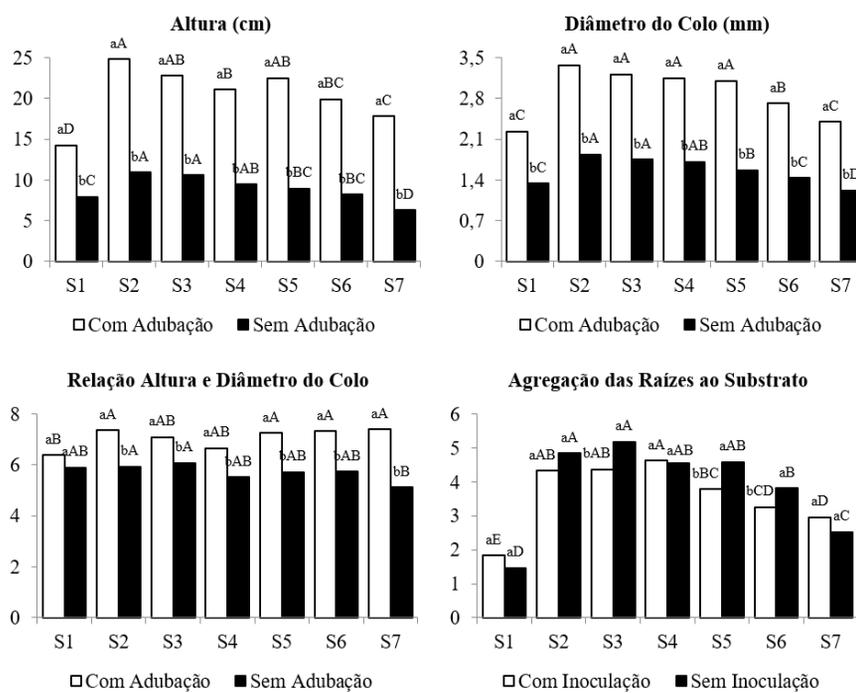


FIGURA 2: Altura, diâmetro do colo e relação altura e diâmetro do colo de mudas de *Campomanesia xanthocarpa* com e sem adubação e agregação das raízes ao substrato em mudas com e sem inoculação, produzidas em diferentes substratos. Em que: S1 – substrato comercial à base de casca de pinus; S2 – 50% vermicomposto (VM) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); S3 – 40% VM + 60% CAC; S4 – 30% VM + 70% CAC; S5 – 20% VM + 80% CAC; S6 – 10% VM + 90% CAC e S7 – 5% VM + 95% CAC. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (entre substratos) e minúsculas (no substrato), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

FIGURE 2: Height, diameter and relative height and diameter of seedlings of *Campomanesia xanthocarpa* with and without fertilization and substrate roots aggregation of seedlings with and without inoculation, produced on different substrates. S1 - commercial substrate base pine bark; S2 - 50% vermicompost (VM) + 50% rice husk (CAC); S3 - 40% + 60% VM CAC; S4 - 30% + 70% VM CAC; S5 - 20% + 80% VM CAC; S6 - 10% + 90% VM CAC and S7 - 5% + 95% VM CAC. Means followed by the same capital letters (between substrates) and lower, do not differ by Tukey test at 5% probability.

com adubação nitrogenada, comparando-se com as mudas do tratamento-controle sem adubação.

Para a produção de mudas nativas com finalidade de recuperação de áreas degradadas, matas ciliares ou de preservação permanente geralmente não é observado o uso de adubação de cobertura, pois é visto como um alto investimento e que não tem retorno na distribuição das mudas que na maioria das vezes é gratuita. Porém, constata-se neste estudo, que a adubação pode reduzir muito o tempo das mudas em viveiro, reduzindo o custo de produção, pois demanda menos mão de obra do viveirista no cuidado das mudas. Além disso, a adubação aumenta a qualidade das mudas, proporcionando maior reserva de nutrientes na planta fazendo-a suportar o estresse do transplantio (GONÇALVES, 1995). Isto mostra que o investimento em adubação de cobertura pode retornar na diminuição de mão de obra e ainda tem um benefício que garante um melhor desempenho das mudas no campo após o transplantio.

Em relação aos substratos, nas mudas adubadas, os melhores foram os que continham entre 20% e 50% de vermicomposto, enquanto que no substrato comercial, as mudas apresentaram desempenho

inferior aos demais. Para as mudas sem adubação, os melhores substratos foram os com 30% a 50% de vermicomposto (Figura 2).

Corroborando este estudo, Vogel et al. (2001) verificaram baixo crescimento das mudas no substrato comercial, comparando-se com substratos com diferentes doses de vermicomposto, devido, provavelmente à baixa quantidade de nutrientes neste substrato (Tabela 2).

Os nutrientes ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) possuem teores muito acima dos considerados altos para espécies frutíferas (QUAGGIO; PIZA JUNIOR, 2001), em todos os substratos, pois os valores limite são 12 mg. dm<sup>-3</sup> (Fe), 5 mg. dm<sup>-3</sup> (Mn) e 1,5 mg. dm<sup>-3</sup> (Zn), enquanto que os valores encontrados variam entre 106,7 a 219 mg. dm<sup>-3</sup> para Fe, entre 37 e 165,3 mg. dm<sup>-3</sup> para Mn e entre 7,17 e 51,33 mg. dm<sup>-3</sup> para Zn (Tabela 2). Apesar de estes valores estarem em níveis muito altos, não foram observados sintomas de toxicidade nas mudas com substrato com vermicomposto e casca de arroz carbonizada. Uma justificativa seria os valores de pH dos substratos com vermicomposto (Tabela 1), os quais estavam entre 6,4 e 7,25. Estes valores de pH, segundo Sousa, Miranda e Oliveira (2007), podem diminuir a disponibilidade dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn no substrato, desta forma, apesar de estarem em grandes quantidades no substrato, podem não provocar sintomas de toxicidade.

O baixo desempenho das mudas no substrato comercial pode ser decorrente do excesso de micronutrientes observado neste substrato. Isto associado ao pH deste substrato (6,06), favorece a maior disponibilidade dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn, que podem ter alcançado níveis tóxicos para as mudas, principalmente nas mudas adubadas, as quais também receberam adubação de micronutrientes.

Caldeira et al. (2004) trabalhando com *Eucalyptus saligna* verificaram crescimento gradual das mudas em altura conforme se aumentava a concentração de vermicomposto no substrato, não demonstrando estabilização no crescimento até a concentração de 40%. Em contrapartida, neste estudo verificou-se estabilização no crescimento das mudas de *Campomanesia xanthocarpa* a partir de 30% de vermicomposto.

Bardivieso et al. (2011) verificaram que mudas de *Campomanes iapubescens* atingiram a altura de 5 cm após 100 dias de experimento em substrato com solo e esterco bovino (3:1). Este valor é inferior aos observados neste estudo, até mesmo das mudas que não receberam adubação. Enquanto que Correia et al. (2005) obtiveram 25,6 cm de altura em mudas de *Psidium guajava* em substrato com 50% de vermicomposto e 50% de casca de arroz carbonizada, valor muito semelhante ao atual estudo na mesma proporção dos substratos.

De acordo com Scremin-Dias et al. (2006), a altura ideal para expedição das mudas é entre 20 e 35 cm. Levando isto em consideração, somente as mudas adubadas, nos substratos entre 20% e 50% de vermicomposto estariam nos padrões para plantio a campo.

Vandressen et al. (2007), trabalhando com cinco espécies arbóreas, verificaram que a inoculação não melhorou o crescimento das mudas em viveiro, além disso, a adição de adubos ao substrato promoveu melhor crescimento das mudas quando comparados ao controle sem adubação.

A ausência de resposta dos FMAs pode ser devido a algumas plantas necessitarem de mais tempo em viveiro para estabelecimento da simbiose efetiva, podendo este tempo ser superior a seis meses da inoculação (SILVA et al., 2006). Isto pode ocorrer principalmente quando se utilizam substratos ricos em nutrientes, como foi o caso do atual estudo. Porém, nas condições deste estudo não seria possível manter as mudas inoculadas por mais tempo em viveiro, pois os tratamentos com adubação já haviam atingido os valores ideais de altura para plantio a campo. Esta ausência de resposta também pode ser devido às altas concentrações do nutriente fósforo (P) nos substratos (Tabela 2), o qual está relacionado à capacidade infectiva dos fungos micorrízicos arbusculares, que é diminuída ou simplesmente não ocorre quando há altas concentrações deste íon no substrato. Isto pode ocorrer devido a vários fatores, de acordo com Ramos e Martins (2010), supõe-se que a alta absorção de P favorece a biossíntese de fosfolipídios, reduzindo a permeabilidade das membranas celulares e dificultando a penetração das hifas nas raízes, como também, acredita-se que a alta concentração de P aumenta a taxa fotossintética da planta, aumentando a quantidade de sacarose translocada para as raízes, o que causa baixa colonização das raízes. Siqueira, Lambais e Stürmer (2002) também sugerem que em condições de alto teor de P, o fungo não consegue suprimir o sistema de defesa do vegetal e desta forma, não consegue colonizar a raiz.

Carneiro, Siqueira e Davide (2004) trabalhando com *Cecropia pachystachya* verificaram que a dose de 82,4 mg Kg<sup>-1</sup> de P no substrato foi suficiente para inibir os benefícios que os fungos poderiam

promover no crescimento das plantas. Contudo, Chu, Yared e Maki (2004) observaram efeitos da inoculação micorrízica em mudas de *Vochysia maxima* apenas com a adição de 90 mg dm<sup>-3</sup> de superfosfato simples ao substrato, indicando que esta limitação ao P pode mudar de acordo com a espécie em estudo. Silva et al. (2006) também verificaram ausência de resposta dos FMAs no crescimento das mudas quando submetidas a altas doses de P (21-209 mg dm<sup>-3</sup>), as quais foram inferiores às encontradas neste estudo.

Verificou-se que em todos os substratos testados, o diâmetro do colo nas mudas adubadas foi estatisticamente superior às não adubadas, ao contrário do verificado por Souza et al. (2001), trabalhando com *Eugenia dysenterica*, no qual não houve diferenças significativas entre mudas adubadas e não adubadas.

Observou-se também um aumento gradativo no diâmetro do colo com o aumento da concentração de vermicomposto no substrato. Para as mudas adubadas, o crescimento estabilizou a partir de 20% de vermicomposto no substrato, enquanto que para as mudas não adubadas isto foi verificado a partir da concentração de 30% de vermicomposto (Figura 2). Em contrapartida, Schumacher et al. (2001) verificaram que na proporção de 30% de vermicomposto foi observado o melhor crescimento das mudas de *Eucalyptus grandis*, sendo que concentrações acima desta causaram diminuição no crescimento das mudas.

O substrato comercial, juntamente com os substratos com 10% e 5% de vermicomposto, acarretou no baixo crescimento das mudas, corroborando o estudo de Caldeira et al. (2004), os quais verificaram que no substrato comercial houve baixo crescimento das mudas de *Eucalyptus saligna*. Enquanto que para *Plinia* sp. o melhor substrato foi o à base de casca de pinus, sendo superior aos outros substratos com vermicomposto (DANNER et al., 2007).

Correia et al. (2005), trabalhando com substratos à base de vermicomposto e casca de arroz carbonizada (1:1), obtiveram diâmetro do colo de 4,7 mm, para mudas de *Psidium guajava*, espécie também pertencente à família Myrtaceae. Valor superior ao encontrado neste estudo com a mesma concentração de substratos. Enquanto que Bardivieso et al. (2011) obtiveram 2 mm de diâmetro do colo para mudas de *Campomanesia pubescens*, valor inferior ao observado no presente estudo.

Para o diâmetro do colo, também não se verificou influência significativa da inoculação micorrízica, diferindo dos dados encontrados por Lacerda et al. (2011), trabalhando com *Campomanesia cambessedeanana*, na qual as mudas com e sem inoculação micorrízica aos 120 dias apresentavam diferenças significativas de crescimento em diâmetro do colo. Segundo os mesmos autores, as espécies pioneiras respondem melhor à inoculação, como foi o caso de *Campomanesia cambessedeanana*. Apesar de pertencerem ao mesmo gênero, não pertencem ao mesmo grupo sucessional, fato que provavelmente pode ter influenciado os resultados do presente estudo.

Pouyu-Rojas, Siqueira e Santos (2006), estudando a compatibilidade simbiótica entre diversas espécies de plantas e de fungos, verificaram que o comportamento sucessional da planta influencia na compatibilidade planta-fungo, sendo que as espécies pioneiras são mais promíscuas, enquanto que as climax são mais restritas à simbiose. O que pode ter ocorrido neste trabalho com a *Campomanesia xanthocarpa*, pois é uma espécie climax e pode ser mais restrita à espécie de fungo compatível para realizar a simbiose.

Em todos os substratos contendo vermicomposto e casca de arroz carbonizada, os valores (H/DC) foram maiores para as mudas adubadas, enquanto que para o substrato comercial, as mudas com e sem adubação foram estatisticamente iguais (Figura 2).

Em relação aos substratos, verificou-se que foram muito semelhantes entre si, tendo pouca diferença significativa tanto nas mudas adubadas, quanto nas não adubadas. Desta forma, este índice não se mostrou adequado para avaliar a qualidade das mudas de *Campomanesia xanthocarpa*, pois não pôde diferenciar os diferentes substratos em níveis de qualidade. Este padrão de semelhança também foi verificado por Caldeira et al. (2008), apresentando resultados diferentes aos encontrados nos outros tratamentos.

De acordo com Carneiro (1995), para as plantas apresentarem um bom equilíbrio de crescimento da parte aérea, estas devem apresentar valores entre 5,4 e 8,1. Levando isto em consideração, praticamente todos os tratamentos apresentaram bom equilíbrio de crescimento, porém, como já foi verificado em outras variáveis analisadas, há grandes diferenças de qualidade entre os tratamentos de adubação e entre os diferentes substratos.

Além disso, de acordo com Campos e Uchida (2002), uma menor relação H/DC implica em mudas mais resistentes no campo. Contudo, isto não pode ser considerado neste trabalho, pois os menores índices foram observados nas mudas visualmente de menor qualidade.

Independentemente do tratamento, as mudas adubadas apresentaram maior valor de agregação das raízes ao substrato (4,59) quando comparadas às não adubadas (2,86), possivelmente devido à maior disponibilidade de nutrientes nos substratos adubados. Isto pode ser devido ao tamanho das sementes de *Campomanesia xanthocarpa*, as quais são pequenas e consomem toda a sua reserva durante o processo germinativo e, devido a isso, precisam obter mais nutrientes do substrato para suprir o crescimento da muda.

Verificou-se acréscimo nos valores da agregação das raízes ao substrato conforme se aumentava a concentração de vermicomposto nos substratos, sendo que as melhores agregações foram para os substratos com 30% a 50% de vermicomposto e a menor agregação para o substrato comercial (Figura 2).

A maior agregação nos substratos sem inoculação micorrízica foi inesperada, pois, como verificado nos trabalhos de Silva et al. (2008), Santos et al. (2008) e Machineski et al. (2009), a resposta aos FMAs induz ao maior incremento em biomassa seca radicial, o que deveria aumentar a agregação das raízes ao substrato.

Mesmo assim, as mudas apresentaram valores baixos para agregação, fato também observado por Mula (2011), a qual sugeriu a utilização de tubetes com menor volume, o que causaria maior agregação das raízes.

Correia et al. (2005) trabalhando com porta-enxertos de *Psidium guajava*, verificaram que o substrato contendo 50% de vermicomposto e 50% de casca de arroz carbonizada, apresentou ótima agregação das raízes ao substrato.

Independentemente do substrato, a biomassa seca da parte aérea das mudas adubadas apresentou valores estatisticamente superiores às mudas não adubadas, apresentando grandes diferenças, como no substrato com 5% de vermicomposto e 95% de casca de arroz carbonizada. As mudas adubadas apresentaram maior crescimento nos substratos com 40% e 50% de vermicomposto, enquanto que nas mudas não adubadas, foram os substratos com 30% a 50% de vermicomposto (Figura 3).

Correia et al. (2005) trabalhando com substratos à base de vermicomposto e casca de arroz carbonizada (1:1) obtiveram 4,2 g de biomassa seca aérea para mudas de *Psidium guajava*, o qual difere do encontrado neste estudo.

Para a biomassa seca radicial observou-se interação entre os três fatores avaliados. Independentemente do substrato, as mudas adubadas apresentaram os melhores resultados. Para a inoculação micorrízica, verificaram-se diferenças apenas no substrato com 20% de vermicomposto e com adubação, sendo que as mudas não inoculadas apresentaram os melhores resultados. Em relação aos substratos testados, para mudas adubadas, verificou-se uma estabilização no incremento em biomassa radicial após determinada quantidade de vermicomposto no substrato, sendo que para mudas adubadas isto ocorreu acima da concentração de 20% e nas não adubadas, acima de 30% (Figura 3).

Correia et al. (2005) obtiveram 2,4 g de biomassa seca radicial em mudas de *Psidium guajava*, produzidas em substrato com 50% de vermicomposto e 50% de casca de arroz carbonizada. Steffen et al. (2011) verificaram respostas diferentes em relação ao incremento em biomassa seca aérea e radicial para a espécie *Corymbia citriodora*, no qual a concentração de 80% de vermicomposto foi melhor para aumentar a biomassa seca aérea, enquanto as concentrações de 40%, 50% e 60% foram melhores para elevar a biomassa seca radicial. Neste trabalho também se verificou comportamento semelhante, visto que para a biomassa seca aérea, as melhores concentrações são 40% e 50%, enquanto que para a biomassa seca radicial, as melhores proporções de vermicomposto foram de 20% a 50%.

Machineski et al. (2009) trabalhando com *Aspidosperma polyneuron*, uma espécie clímax, verificaram respostas diferentes de acordo com a espécie de fungo utilizada, sendo que a mistura de FMAs teve um dos menores resultados de biomassa seca aérea e radicial, igualando-se ao controle. Isto pode justificar a ausência de resposta à inoculação, pois devido à *Campomanesia xanthocarpa* ser também uma espécie clímax, provavelmente as espécies de FMAs utilizadas neste trabalho não apresentaram compatibilidade simbiótica com suas raízes.

Para o índice de qualidade de Dickson a inoculação micorrízica apresentou efeito significativo apenas no tratamento com 20% de vermicomposto com adubação, sendo que as mudas sem inoculação e com adubo apresentaram melhor qualidade. As mudas adubadas, em todos os substratos apresentaram maior qualidade, comparando-se com as mudas não adubadas. Tanto nas mudas adubadas quanto nas não adubadas, os melhores substratos foram os com 30% a 50% de vermicomposto (Figura 4).

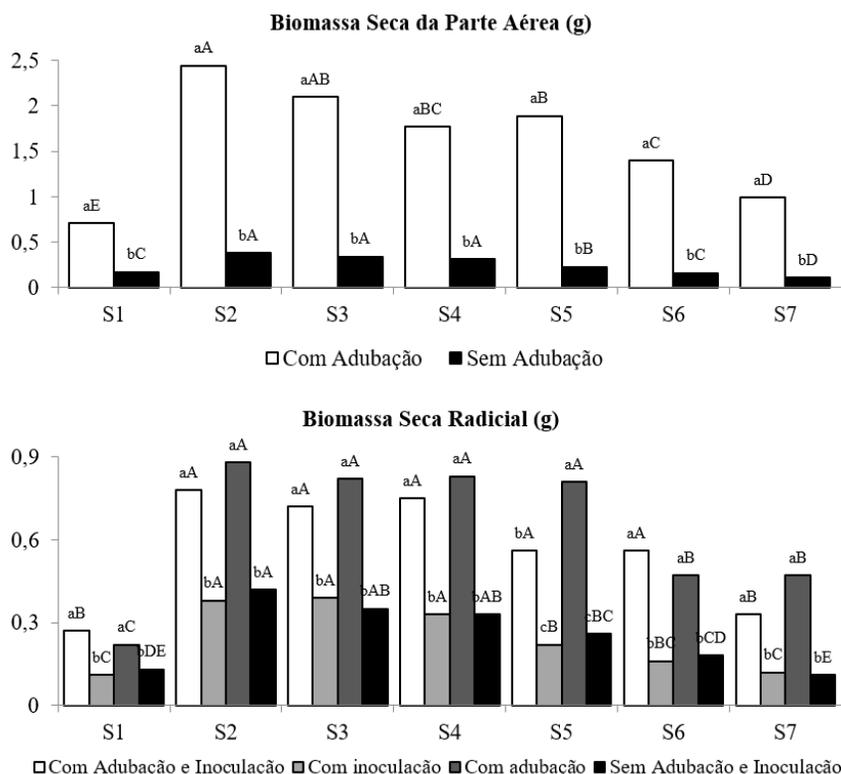


FIGURA 3: Biomassa seca da parte aérea (g) de mudas de *Campomanesia xanthocarpa* com e sem adubação e biomassa seca radicial (g) de mudas com inoculação micorrízica e com adubação, com inoculação micorrízica e sem adubação, sem inoculação micorrízica e com adubação e sem inoculação micorrízica e sem adubação. Em que: S1 – substrato comercial à base de casca de pinus; S2 – 50% vermicomposto (VM) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); S3 – 40% VM + 60% CAC; S4 – 30% VM + 70% CAC; S5 – 20% VM + 80% CAC; S6 – 10% VM + 90% CAC e S7 – 5% VM + 95% CAC. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (entre substratos) e minúsculas (no substrato), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

FIGURE 3: Shoot dry biomass (g) of seedlings of *Campomanesia xanthocarpa* with and without fertilization and root dry biomass (g) of seedlings with mycorrhizal inoculation and fertilization, with mycorrhizal inoculation and without fertilization, without mycorrhizal inoculation and with fertilization and without mycorrhizal inoculation and fertilization. S1 – commercial substrate base pine bark; S2 – 50% vermicompost (VM) + 50% rice husk (CAC); S3 – 40% + 60% VM CAC; S4 – 30% + 70% VM CAC; S5 – 20% + 80% VM CAC; S6 – 10% + 90% VM CAC and S7 – 5% + 95% VM CAC. Means followed by the same capital letters (between substrates) and lower, do not differ by Tukey test at 5% probability.

Este índice mostrou-se adequado para a avaliação da qualidade das mudas de *Campomanesia xanthocarpa*, pois separou as mudas em diferentes níveis de qualidade, semelhantes aos observados em outras variáveis, corroborando os estudos de Cruz, Paiva e Guerrero (2006).

De acordo com Gomes e Paiva (2011), para as mudas serem consideradas de qualidade, este índice deve ser maior que 0,20 (*Pseudotsuga menziesii* *Picea abies*). Verificou-se que este valor se aplica bem para a espécie em estudo, pois independentemente da inoculação micorrízica, as mudas sem adubação apresentaram valores inferiores aos das mudas adubadas, como também, verificou-se que o substrato comercial e os com 5% e 10% de vermicomposto não se mostraram adequados para produzir mudas de

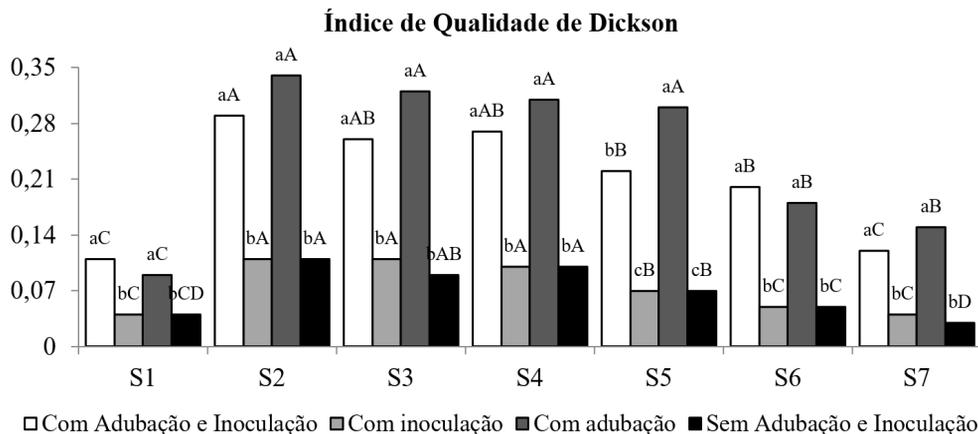


FIGURA 4: Índice de qualidade de Dickson de mudas de *Campomanesia xanthocarpa*, com inoculação micorrízica e com adubação, com inoculação micorrízica e sem adubação, sem inoculação micorrízica e com adubação e sem inoculação micorrízica e sem adubação. Em que: S1 – substrato comercial à base de casca de pinus; S2 – 50% vermicomposto (VM) + 50% casca de arroz carbonizada (CAC); S3 – 40% VM + 60% CAC; S4 – 30% VM + 70% CAC; S5 – 20% VM + 80% CAC; S6 – 10% VM + 90% CAC e S7 – 5% VM + 95% CAC. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas (entre substratos) e minúsculas (no substrato), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

FIGURE 4: Dickson quality index of seedlings of *Campomanesia xanthocarpa* with mycorrhizal inoculation and fertilization, with mycorrhizal inoculation and without fertilization, without mycorrhizal inoculation and with fertilization and without mycorrhizal inoculation and fertilization. S1 – commercial substrate base pine bark; S2 – 50% vermicompost (VM) + 50% rice husk (CAC); S3 – 40% + 60% VM CAC; S4 – 30% + 70% VM CAC; S5 – 20% + 80% VM CAC; S6 – 10% + 90% VM CAC and S7 – 5% + 95% VM CAC. Means followed by the same capital letters (between substrates) and lower, do not differ by Tukey test at 5% probability.

guabiroba com qualidade (Figura 4).

De acordo com Gonçalves e Poggiani (1996), substratos adequados para propagação de mudas podem ser obtidos pela mistura de 70% a 80% de composto orgânico e 20% a 30% de um resíduo orgânico incinerado. Porém, neste trabalho, verificou-se estabilização no crescimento das mudas nas concentrações acima de 20% ou 40% de vermicomposto, dependendo da variável analisada. Enquanto que pelo IQD observou-se que a qualidade das mudas foi significativa a partir da concentração de 30% de vermicomposto, a qual pode ser considerada adequada para o crescimento de mudas de *Campomanesia xanthocarpa*, visto que o custo de obtenção da casca de arroz carbonizada é menor.

Neste estudo, a inoculação com micorrizas não substituiu a adubação das mudas, porém, isto ajudou a fortalecer a ideia de que as mudas de espécies nativas precisam de adubação de cobertura, fato que às vezes é negligenciado por não haver retorno do investimento da produção no momento da distribuição das mudas. Além disso, os substratos à base de vermicomposto e casca de arroz carbonizada apresentaram características físico-químicas adequadas para o crescimento de mudas, podendo substituir o substrato comercial à base de casca de pinus. Como também, os substratos com vermicomposto e casca de arroz carbonizada são de fácil obtenção e formulação, podendo ser preparados no próprio viveiro de produção de mudas, outro fator que pode contribuir com a redução do custo da produção de mudas.

## CONCLUSÕES

A inoculação com fungos micorrízicos arbusculares em mudas de *Campomanesia xanthocarpa* não substitui a adubação de cobertura, a qual aumenta o crescimento das mudas, demonstrando ser imprescindível para a obtenção de mudas de *Campomanesia xanthocarpa* com qualidade.

Os substratos à base de vermicomposto e casca de arroz carbonizada são promissores para substituir o substrato comercial à base de casca de pinus, no qual há menor qualidade das mudas. Na proporção de 30% de vermicomposto e 70% de casca de arroz carbonizada é o substrato ideal para o cultivo de mudas de *Campomanesia xanthocarpa*.

## REFERÊNCIAS

- BARDIVIESSO, D. M. et al. Diferentes substratos e recipientes na produção de mudas de guabiroba (*Campomanesia pubescens* O.Berg.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 18, n. 1, p. 52-59, 2011.
- BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.
- BLUM, C. T.; OLIVEIRA, R. F. Reserva Florestal Legal no Paraná, alternativas de recuperação e utilização sustentável. [2009]. Disponível em: <[http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1161520168Reserva\\_florestal\\_legal\\_no\\_Parana\\_alternativas\\_de\\_recuperacao\\_e\\_utilizacao\\_sustentavel.pdf](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1161520168Reserva_florestal_legal_no_Parana_alternativas_de_recuperacao_e_utilizacao_sustentavel.pdf)>. Acesso em: abr. 2009.
- BRASIL. Instrução Normativa SDA nº 17, de 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 maio 2007. Seção 1.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1/2, p. 19-30, 2004.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- 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, 2004.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 2 v. 627 p.
- CHU, E. Y.; YARED, J. A. G.; MAKI, H. J. O. Efeitos da inoculação micorrízica e da adubação fosfatada em mudas de *Vochysia máxima* Ducke. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 157-165, 2004.
- CORREIA, D. et al. Efeito de substratos na formação de porta-enxertos de *Psidium guajava* L. cv. Ogawa em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 88-91, 2005.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inipinata* (Harms)Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.
- DANNER, M. A. et al. Formação de mudas de jabuticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.
- GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. 652 p.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 2011. 116 p.
- GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da mata

- atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v. 15, p. 1-23, 1995.
- GONÇALVES, L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.
- HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.
- JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinustere binthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.
- JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinustere binthifolius* Raddi). **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 3, p. 73-86, 2009.
- LACERDA, K. A. P. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada no crescimento inicial de seis espécies arbóreas do cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 377-386, 2011.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1. 384 p.
- MACHINESKI, O. et al. Crescimento de mudas de peroba rosa em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 567-570, 2009.
- MIRANDA, J. C. C. Porque a micorriza é importante para a produção agrícola, frutífera e florestal. **Agrosoft Brasil**, 28 jun. 2006. Disponível em: <[www.agrosoft.org.br/agropag/20721.htm](http://www.agrosoft.org.br/agropag/20721.htm)>. Acesso em: jul. 2010.
- MULA, H. C. A. **Avaliação de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B. Smith & R. J. Downs**. 2011. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de (Ed.). **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.
- POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; SANTOS, J. G. D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, p. 413-424, 2006.
- QUAGGIO, J. A.; PIZA JÚNIOR, C. T. Frutíferas tropicais. In: FERREIRA, M. E. et al. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; FAPESP; POTAFOS, 2001. 600 p.
- RAMOS A. C.; MARTINS, M. A. Fisiologia de micorrizas arbusculares. In: SIQUEIRA, J. O. et al. **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. 716 p.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830 p.
- SANTOS, D. R. et al. Micorriza e rizóbio no crescimento e nutrição em N e P de mudas de angico-vermelho. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 76-82, 2008.
- SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1, 2, p. 39-44, 2010.
- SCHUMACHER, M. V. et al. 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.
- SCREMIN-DIAS, E. et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2006. 59 p.
- SILVA, D. K. A. et al. Uso de vermicomposto favorece o crescimento de mudas de gravioleira (*Annona muricata* L. 'Morada') associadas a fungos micorrízicos arbusculares. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 863-869, 2008.
- SILVA, M. A. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e vermicomposto na aclimação de *Alpinia purpurata* (Viell.) Schum e *Zingiber spectabile* Griff. (Zingiberaceae). **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 249-256, 2006.
- SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.
- SIQUEIRA, J. O.; LAMBAIS, M. R.; STÜRMER, S. L. Fungos micorrízicos arbusculares. **Biotecnologia**,

**Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 25, p. 12-21, 2002.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

SOUZA, E. R. B. et al. Emergência e crescimento de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) em função do tipo e do volume de substratos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 89-95, 2001.

STEFFEN, G. P. K. et al. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandise Corymbia citriodora*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 75-82, 2011.

TRATCH, R. Adubação do pomar. In: CARVALHO, R. I. N. **Manejo sustentável do pomar doméstico**. Curitiba: Champagnat, 2009. 246 p.

VANDRESSEN, J. et al. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação na formação e pós-transplante de mudas de cinco espécies arbóreas nativas do sul do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, p. 753-765, 2007.

VOGEL, H. L. M. et al. Utilização de vermicomposto no crescimento de mudas de *Hovenia dulcis* Thunberg. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 21-27, 2001.

WENDLING, I. et al. **Rotinas e procedimentos adotados no laboratório de propagação de espécies florestais (LPEF) da EMBRAPA Florestas**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2011.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 145 p.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, p. 209-220, 2007.

ZANGARO, W. et al. Micorriza arbuscular em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi, Paraná. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 77-87, 2002.