

PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO COM SUBSTRATOS PARA SISTEMA DE BLOCOS¹

Teresa Aparecida Soares de Freitas², Deborah Guerra Barroso³, Leonardo Silva Souza⁴, José Geraldo de Araújo Carneiro³ e Gleícia Miranda Paulino⁵

RESUMO – O trabalho objetivou determinar misturas de resíduos orgânicos para produção de mudas em sistema de blocos, que apresentassem agregação ao sistema radicular e possibilitassem bom desenvolvimento das mudas de eucalipto. Foram utilizados resíduos de fibra de coco (fibras finas - FCF, longas - FCL e mistas - FCM), casca de eucalipto (CE) e torta de filtro de usina açucareira (T), obtendo-se 10 misturas. Escolheram-se quatro misturas, por meio de blocos-testes de dimensões 11,5 x 2,3 cm. As misturas escolhidas para utilização na produção das mudas foram: FCM (40%) + T (60%); CE (60%) + FCM (40%); CE (40%) + T (60%); e CE (40%) + T (30%) + FCM (30%). Mudas de *Eucalyptus urophylla* foram produzidas por sementes em bandejas com dimensões de 40 x 60 x 7 cm, com capacidade para 96 mudas, semeadas diretamente nos blocos confeccionados com as misturas selecionadas, com e sem prensagem. Aos 90 dias após a semeadura, foi feita avaliação do diâmetro, altura, massa de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas. Os substratos foram avaliados quanto à estabilidade do torrão e grau de agregação dos substratos às raízes. Foram realizadas análises de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn e Fe da parte aérea. Os substratos selecionados apresentaram boa agregação e estabilidade. Não foram observados problemas nutricionais nas mudas. Para a produção de mudas em blocos com prensagem, recomenda-se o substrato CE (60%) + FCM (40%) e para sem prensagem, as misturas CE (60%) + FCM (40%); CE (40%) + T(60%) e CE (40%) + T(30%) + FCM (30%).

Palavras-chave: Recipiente, *Eucalyptus urophylla* e Raízes.

PRODUCTION OF EUCALYPTUS SEEDLINGS WITH SUBSTRATA IN BLOCK SYSTEMS

ABSTRACT – The objective of this study was to determine mixtures of regional organic residues that present aggregation to the root system and make a good development possible for *Eucalyptus* seedlings in block systems. Residues of coconut fiber (fine fibers - FCF, long fibers - FCL and mixed fibers - FCM), eucalyptus bark (CE) and sugarcane filter cake (T) were used, with ten mixtures obtained. The blocks for the expansion tests were made in a steel form (11.5 x 2.3 cm), and afterwards moistening and evaluating for the volume and height increment. There was not a difference in the volume increment among the mixtures, and mixture 3 presented a larger increment in height than in mixture 8, however, they didn't differ from those remaining, with those chosen for use in the production of eucalyptus seedlings: FCM (40%) + T (60%); CE (60%) + FCM (40%); CE (40%) + T (60%) and CE (40%) + T (30%) + FCM (30%). The choice was made in consideration of the component's readiness, because it did not differ in the tests. The *Eucalyptus urophylla* seedlings were produced in 40x60x7cm trays, with 96 seedlings, sown directly in the blocks made with the selected mixtures pressed or not pressed. At 90 days the seedlings were evaluated for the diameter, height, shoot and root dry matter. In the expedition time, the substrata were evaluated as for the stability of the turf and the aggregation degree of the substrata to the seedlings roots. The nutritional analysis of the shoot seedlings was accomplished

¹ Recebido em 14.11.2008 e aceito para publicação em 02.03.2010.

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, Brasil. E-mail: <teresa@ufrb.edu.br>.

³ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Brasil. E-mail: <deborah@uenf.br> e <carneiro@uenf.br>.

⁴ Graduando em Engenharia Florestal da UFRB, Brasil. E-mail: <leouenf@hotmail.com>.

⁵ Secretária de Agricultura de São José do Goiabal. E-mail: <gleiciamiranda@yahoo.com.br>.

(N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe). All the substrata presented aggregation and good stability. Nutritional problems were not observed in the seedlings. For the production of *Eucalyptus urophylla* seedlings in blocks with pressed substrata the substratum CE (60%) + FCM (40%) is recommended, and without being pressed the mixtures: CE (60%) + FCM (40%); CE (40%) + T (60%) and CE (40%) + T (30%) + FCM (30%) were recommended.

Keywords: Aggregation, *Eucalyptus urophylla* and Roots.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de produção de grande quantidade de mudas em um curto espaço de tempo, para atender aos plantios comerciais, tem favorecido a evolução rápida de diferentes técnicas de preparo. O substrato usado para produção de mudas tem por finalidade garantir o desenvolvimento da planta com boa qualidade, em curto período de tempo e baixo custo. A propriedade física do substrato é importante, em decorrência da utilização deste, em estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico (CUNHA et al., 2006).

A crescente pressão ambientalista leva as indústrias a buscarem alternativas para o destino dos resíduos gerados pelos processos industriais. Os custos de construção e manutenção de aterros industriais e os riscos ambientais que estes podem representar têm aumentado o interesse de vários tipos de indústrias em estudar a viabilidade de aplicação de resíduos na agricultura (AMARAL et al., 1996). Entre os resíduos agroindustriais com potencial de utilização como substrato, destacam-se o bagaço-de-cana e a torta de filtro. Estes resíduos encontram-se em alta disponibilidade nas regiões de plantio de cana-de-açúcar e já foram testados com sucesso na produção de mudas de espécies florestais e frutíferas (LELES et al., 2000, BARROSO, 2000abc; FREITAS et al., 2005 e 2006; CHAVES et al., 2004; SERRANO et al., 2006).

Outro resíduo que vêm se destacando na produção de mudas é a fibra de coco. A fibra de coco vem sendo testada, também com sucesso, na produção de mudas de espécies florestais (LACERDA et al., 2006), em cultivos de fruteiras (CORREIA et al., 2003) e em cultivos de ornamentais (AMARAL, 2003).

Pesquisas com produção de mudas em recipientes têm sido direcionadas com vistas no desenvolvimento do sistema radicular das mudas, onde o sistema radicular deve apresentar boa arquitetura e permitir também que a muda seja transplantada com um torrão sólido e bem

agregado a todo o sistema radicular, provocando o mínimo de distúrbios e favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial em campo (GOMES et al., 2003).

No final da década de 1980, foram iniciados por Carneiro e Parviainen (1988), no Brasil, os estudos utilizando o sistema de blocos prensados para a produção de mudas de *Pinus*, que hoje aglomera informações importantes para várias espécies florestais e frutíferas (CARNEIRO EBRITO, 1992; NOVAES, 1998; MORGADO et al., 2000; BARROSO et al., 2000abc; LELES et al., 2000; SCHIAVO e MARTINS, 2002; SILVA, 2003; FREITAS et al., 2005, 2006). As mudas nesse sistema são produzidas sem a presença de paredes rígidas, o que dificulta a formação de torrões em volta do sistema radicular.

Esse novo sistema de produção de mudas exige estudos para sua utilização em larga escala, visando à adequação do substrato. Além de substratos fornecerem condições adequadas para o desenvolvimento das mudas, é necessário que ocorra agregação estável desses, ao sistema radicular das mudas, fundamental para viabilizar o plantio semimecanizado, utilizado pelas empresas florestais.

O trabalho teve como objetivo testar diferentes misturas de substratos provenientes de resíduos agroindustriais, visando avaliar a resistência e coesão da mistura e seu potencial na produção e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, no setor de Fitotecnia, no Centro Ciência e Tecnologia Agropecuária – CCTA, em duas etapas.

Na primeira etapa foram avaliadas 10 misturas diferentes (Tabela 1), confeccionados na forma de blocos testes, determinando-se a expansão natural por meio do incremento em volume.

Os blocos-testes foram confeccionados em forma de 11,5 cm de comprimento e 2,3 cm de largura, utilizando-se matriz de aço, e prensados em prensa hidráulica a uma

Tabela 1 – Incremento em volume (IV) e altura (IH) após a adição de água nos blocos-teste, confeccionados com diferentes substratos.

Table 1 – Volume increment (IV) and height increment (IH) after the addition of water in tests blocks, made with different substrata.

SUBSTRATOS	IV (cm ³)	IH (cm)
1) FCF (40%) + T (60%)	27,3025 A	2,9825 AB
2) FCM (40%) + T (60%)	26,7700 A	3,3225 AB
3) FCL (40%) + T (60%)	29,2225 A	4,1500 A
4) CE (60%) + FCF (40%)	27,0375 A	2,7150 AB
5) CE (60%) + FCM (40%)	24,6350 A	2,5725 AB
6) CE (60%) + FCL (40%)	27,9875 A	3,1175 AB
7) CE (40%) + T (60%)	28,6900 A	3,1875 AB
8) CE (40%) + T (30%) + FCF (30%)	24,7300 A	1,9450 B
9) CE (40%) + T (30%) + FCM (30%)	24,05250 A	2,4425 AB
10) CE (40%) + T (30%) + FCL (30%)	25,0175 A	2,4400 AB
CV (%)	10,462	25,477

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

FCF: fibra de coco fina; FCM: fibra de coco mista; FCL: fibra de coco longa; CE: casca de eucalipto decomposta; e T: torta de filtro de usina açucareira.

Means followed by same letter in columns do not differ by Tukey test (5%).

FCF: coconut fiber fine; FCM: coconut fiber mixed; FCL: coconut fiber long; EC: eucalyptus bark decomposed and T: filter cake from sugar mill.

força de 6 kgf cm⁻². As misturas de compostos orgânicos utilizadas na confecção dos blocos-testes foram as seguintes: 1) FCF + T, na proporção de 40%/60%; 2) FCM + T, na proporção de 40%/60%; 3) FCL + T, na proporção de 40%/60%; 4) CE + FCF, na proporção de 60%/40%; 5) CE + FCM, na proporção de 60%/40%; 6) CE + FCL, na proporção de 60%/40%; 7) CE + T, na proporção de 40%/60%; 8) CE + T + FCF, na proporção de 40%/30%/30%; 9) CE + T + FCM, na proporção de 40%/30%/30%; e 10) CE + T + FCL, na proporção de 40%/30%/30%. Em que FCF: fibra de coco de granulometria fina; FCM: fibra de coco de granulometria mista; FCL: fibra de coco de granulometria longa; CE: casca de eucalipto decomposta; e T: torta de filtro de usina açucareira.

Após a prensagem, os blocos-testes foram envolvidos em sacos de papel e levados para estufa a 72 °C, por 3 h, e em seguida pesados e medidos com um paquímetro, em altura e comprimento, e individualmente colocados em uma caixa de madeira confeccionada com subdivisões de igual dimensão, umedecidos e avaliados após o período de 6 h quanto ao incremento em volume e em altura do substrato. O teste foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído de 10 misturas com quatro repetições cada.

Após a realização dos testes na primeira etapa do experimento, foram selecionadas quatro misturas para realização da segunda fase, que constou da determinação da coesão e adesão das misturas ao sistema radicular para o bom desenvolvimento das mudas. As misturas selecionadas foram 2, 5, 7 e 9 escolhidas com base na disponibilidade dos componentes para a composição do substrato e seu uso em outras pesquisas anteriores, uma vez que não houve diferença nos testes iniciais.

Para a obtenção dos blocos prensados, as misturas selecionadas foram, então, umedecidas e colocadas em uma forma metálica (40 x 60 x 20 cm), sendo submetidas à força de 10 kgf cm⁻², por 5 min, em prensa hidráulica como realizado por Freitas et al. (2006). No final do processo, os blocos foram colocados em caixas plásticas finlandesas com dimensão apropriada para as placas e sua expansão, com capacidade para 96 mudas, espaçadas em 5 cm, providas de frestas nas laterais para posterior individualização das mudas e com fundos telados, permitindo a poda natural das raízes. Para os blocos não prensados, as misturas foram colocadas diretamente nas caixas plásticas finlandesas, sendo realizada a semeadura manual direta nos blocos. As mudas foram irrigadas diariamente e adubadas quando necessário.

O experimento foi conduzido em DIC, em esquema fatorial 4 x 2, constituído por quatro mistura, com e sem prensagem, totalizando oito tratamentos, com cinco repetições, sendo cada uma composta por 96 mudas. As avaliações foram realizadas aos 90 dias após a semeadura.

As mudas foram avaliadas quanto à altura da parte aérea (régua graduada), diâmetro do colo (paquímetro digital), massa seca da parte aérea e do sistema radicular (75 °C por 48 h em estufa de circulação de ar forçado). Para as avaliações de massa seca foram utilizadas quatro mudas por repetição. Antes da avaliação da massa seca das raízes, estas foram lavadas em peneiras e utilizadas para a determinação do comprimento e área superficial através do programa QuantRoot, conforme metodologia adotada por Freitas et al. (2005).

Para a obtenção dos teores nutricionais da parte aérea, foram utilizadas quatro mudas de cada parcela, sendo determinados teores de nitrogênio (Nessler, após digestão sulfúrica) de fósforo (colorimetria), potássio e sódio (espectrofotometria de emissão de chama), cálcio, magnésio, manganês, zinco e ferro (espectrofotometria de absorção atômica), após digestão nitroperclórica, segundo Jones Jr. et al. (1991) e Malavolta et al. (1997). O teor nutricional das mudas foi avaliado apenas em função dos substratos, que constituíram quatro tratamentos.

As avaliações de estabilidade, resistência e coesão de cada mistura foram baseadas na metodologia utilizada por Cruszynski (2002).

A estabilidade dos torrões foi avaliada no final do ciclo de produção, no momento da individualização das mudas e expedição para o plantio, com relação à permanência do torrão no recipiente, sendo atribuídas notas de 1 a 5, em que a nota 1 correspondente ao substrato que apresenta a mais baixa estabilidade e a nota 5 àquele de melhor estabilidade, conforme descrito a seguir:

- Nota 1: Baixa estabilidade, acima de 50% do torrão fica retido no recipiente, e o torrão não permanece coeso.

- Nota 2: Entre 10% e 30% do torrão fica retido no recipiente, sendo que o torrão não permanece coeso.

- Nota 3: O torrão se destaca do recipiente, porém não permanece coeso.

- Nota 4: O torrão se destaca do recipiente, mas há uma perda de até 10% do substrato.

- Nota 5: Todo o torrão é destacado do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso.

A resistência do torrão foi medida por meio da simulação de queda do torrão individualizado com a muda a uma altura de 1 m, sobre solo solto, seguindo a escala de notas, onde:

- Nota 0: 50% ou mais do torrão se desfaz com o impacto, expondo o sistema radicular, dobrando-o ou rompendo-o.

- Nota 1: entre 10% e 30% do torrão se desfaz, provocando exposição do sistema radicular, e pode ocorrer comprometimento das raízes.

- Nota 2: entre 30% e 50% do torrão se desfaz, provocando exposição, dobramento e rompimento do sistema radicular.

- Nota 3: até 10% do torrão se desfaz na queda, mas não provoca exposição nem comprometimento do sistema radicular.

A coesão das misturas de substratos foi avaliada utilizando-se o método manual, que consiste em provocar movimentos com a mão para baixo e para cima por três vezes e quantificar as deformações causadas nos blocos pela desagregação do substrato, seguindo a escala de notas de 0 a 3, onde:

- Nota 0: 50% ou mais do torrão se desfaz com os movimentos.

- Nota 1: entre 10% e 30% do torrão se desfaz.

- Nota 2: entre 30% e 50% do torrão se desfaz.

- Nota 3: até 10% do torrão se desfaz, mas não há comprometimento dos torrões com os movimentos realizados.

Para estas avaliações foram utilizadas seis mudas de cada repetição, totalizando 30 mudas por tratamento, e os resultados são submetidos à estatística não paramétrica, conforme critérios de Kruskal Wallis. A comparação entre médias foi feita pelo teste de Mann Whitney.

Para avaliação dos dados biométricos e escolha das misturas nos blocos-testes, foram realizadas análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela 1, após análise estatística não houve diferença no incremento em volume dos substratos entre as misturas nos blocos-testes na primeira fase do experimento. Em relação ao incremento em altura, ocorreu diferença apenas entre as misturas 3: FCL (40%) + T (60%) e 8: CE (40%) + T (30%) + FCF (30%), no entanto elas não se diferenciaram das misturas restantes.

Os substratos selecionados para serem utilizados na produção de mudas de eucaliptos foram FCM (40%) + T (60%); CE (60%) + FCM (40%); CE (40%) + T (60%); e CE (40%) + T (30%) + FCM (30%) (Tabela 1). Por não haver diferença significativa entre os substratos nos testes iniciais (primeira fase do experimento), a escolha foi baseada na disponibilidade dos componentes para composição do substrato e para seu uso em outras pesquisas.

As mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em substratos sem prensagem (substrato solto) apresentaram maior crescimento em altura da parte aérea

(H) e massa seca da parte aérea (MSPA), como mostrado na Tabela 2, exceto mudas produzidas em CE (60%) + FCM (40%), na qual a altura não foi influenciada pela prensagem.

Com relação ao diâmetro das mudas, foi observado que a prensagem foi influenciada pelo tipo de substrato utilizado: Para o substrato CE (40%) + T (60%) ocorreu redução do diâmetro das mudas quando produzidas em substrato prensado (Tabela 2).

A biomassa do sistema radicular (MSSR) foi reduzida apenas com a prensagem nos substratos CE (40%) + T (60%) e CE (40%) + T (30%) + FCM (30%).

Os tipos de misturas usadas para compor os substratos, afetaram de diferente forma o desenvolvimento e produção de biomassa seca das mudas (Tabela 2). Todos os substratos utilizados permitiram produção de mudas com altura e diâmetro dentro dos parâmetros mínimos utilizados na expedição comercial das mudas. Quando as misturas passaram pelo processo de prensagem (P), as mudas que foram produzidas na mistura CE (60%)

Tabela 2 – Altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (D), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, produzidas em blocos prensados com diferentes substratos, 90 dias após a semeadura.

Table 2 – Height of the aerial part (H), diameter (D), aerial part dry mass (MSPA) and roots system dry mass (MSSR) of *Eucalyptus urophylla* seedlings, produced in pressed blocks with different substrata, 90 days after sowing.

Substratos	H (cm)		D (cm)	
	NP	P	NP	P
1) FCM(40%)+T(60%)	33,87 a B	30,08 b B	2,06 a B	2,18 a AB
2) CE(60%)+FCM(40%)	36,61 aAB	38,77 a A	2,47 a AB	2,55 a A
3) CE(40%)+T(60%)	36,23 aAB	23,98 b C	2,4 a AB	1,89 b B
4) CE (40%)+T(30%)+FCM(30%)	39,20 a A	34,08 b B	2,60 a A	2,28 a AB
CV (%)	6,78		10,84	
Substratos	MSPA (g)		MSSR (g)	
	NP	P	NP	P
1) FCM (40%)+T (60%)	1,51 a B	1,43 b B	0,31 a B	0,36 a AB
2) CE (60%)+FCM (40%)	2,57 a A	2,15 b A	0,41 a AB	0,43 a A
3) CE (40%)+T (60%)	2,21 a AB	1,55 b AB	0,41 a AB	0,25 b B
4)CE (40%)+T (30%)+FCM (30%)	2,51 a AB	1,84 b AB	0,52 a A	0,35 b AB
CV (%)	30,43		24,69	

Dentro de uma mesma característica avaliada, médias seguidas da mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de TuKey (5%).

FCM: fibra de coco mista. CE: casca de eucalipto decomposta; T: torta de filtro de usina açucareira

NP: substrato não prensado (Solto); e P: substrato prensado.

Within a given trait, means followed the same lowercase letter in the lines and uppercase letters in columns do not differ by Tukey test (5%).

FCM: coconut fiber mixed. EC: eucalyptus bark decomposed; T: filter cake sugar mill

NP: non-pressed substrate (Loose), and P: substrate pressed.

+ FCM (40%) apresentaram maior altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e das raízes, não se diferenciando das misturas FCM (40%) + T (60%) e CE (40%) + T (30%) + FCM (30%). Para o diâmetro e MSSR, Meerow (1995) também observou resultados superiores ao utilizar substrato à base de coco na produção de mudas de *Ravena rivularis* e *Anthurium*, e o peso seco de raízes se comparou aos das mudas produzidas em turfa, sendo todas as outras características superiores.

Quando as mudas foram produzidas em substratos soltos (NP), houve maior crescimento dessas em altura, diâmetro e massa seca do sistema radicular na mistura CE (40%) + T (30%) + FCM (30%), não se diferenciando das misturas CE (40%) + T (60%) e CE (60%) + FCM (40%). Para a massa seca da parte aérea (MSPA), houve diferença significativa apenas entre os substratos FCM (40%) + T (60%) e CE (60%) + FCM (40%). As mudas produzidas no substrato CE (60%) + FCM (40%) apresentaram maior produção de MSPA (Tabela 2).

Para Carneiro (1995), as duas características mais importantes para avaliar a qualidade de mudas são altura e diâmetro. O processo de prensagem e as diferentes misturas não prejudicaram o desenvolvimento das mudas, exceto o diâmetro nas mudas produzidas com a mistura CE (40%) + T (60%), após o processo de prensagem.

Não houve diferença para o comprimento e diâmetro das raízes em mudas produzidas nos substratos avaliados. Apenas para a mistura FCM (40%) + T (60%) o processo de prensagem influenciou o comprimento das raízes (Tabela 3).

Em função dos dois componentes das misturas apresentarem características semelhantes quanto à sua porosidade, o processo de prensagem pode ter provocado certo adensamento do substrato, o que foi observado visualmente, funcionando como solo compactado, dificultando o desenvolvimento e penetração das raízes. O adensamento da mistura também afetou o diâmetro, a altura, a MSPA e o MSSR, como pode ser observado na Tabela 2.

Com relação ao desenvolvimento das mudas produzidas na mistura CE (40%) + T (30%) + FCM (30%) submetida a prensagem, pode ter ocorrido a produção de raízes mais finas, uma vez que houve redução da massa seca do sistema radicular, sem diminuir o comprimento. No entanto, não houve diferença no diâmetro das mudas em relação aos substratos utilizados prensados ou sem o processo de prensagem (Tabela 3) indicando diferença no acúmulo de reservas.

As mudas produzidas em sistemas de blocos apresentam crescimento acelerado em função da ausência de restrição do sistema radicular e, também, em virtude das mudas produzidas em espaço cinco vezes maior quando comparado com o recipiente tradicional (50cc) (BARROSO et al., 2000a). No trabalho realizado por Freitas et al. (2006) com mudas de dois clones de eucalipto (*Eucalyptus grandis* e *E. saligna*), foi observado maior desenvolvimento em altura e diâmetro das mudas, mas isso não afetou o seu estabelecimento em campo. Este trabalho, 90 dias após a semeadura as mudas também apresentaram desenvolvimento acima do recomendado para plantio em campo, indicando que o cultivo em blocos reduz o tempo de produção das mudas.

Tabela 3 – Comprimento e diâmetro do sistema radicular de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em sistema de blocos com diferentes substratos prensados e não prensados, 90 dias após a semeadura.

Table 3 – Root system length and diameter of *Eucalyptus urophylla* seedling, produced in block systems with different pressed and not pressed substrata, 90 days after sowing.

Tratamentos	Comprimento (cm)		Diâmetro (cm)	
	Prensados	Não prensados	Prensados	Não prensados
1) FCM (40%) + T(60%)	2087,93 a A	2176,31 a A	0,2494 a A	0,2586 a A
2) CE (60%) + FCM(40%)	2049,54 a A	1982,01 a A	0,2550 a A	0,2654 a A
3) CE (40%) + T(60%)	1281,96 b A	2598,13 a A	0,2588 a A	0,2622 a A
4) CE (40%) + T(30%) + FCM(30%)	1960,87 a A	2250,26 a A	0,2672 a A	0,2614 a A
CV (%)	24,98		7,122	

Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%). FCM: fibra de coco mista. CE: casca de eucalipto decomposta; T: torta de filtro de usina açucareira.

Means followed by same lowercase letter in the lines and uppercase letters in columns do not differ by Tukey test (5%). FCM: coconut fiber mixed. EC: eucalyptus bark decomposed; T: filter cake sugar mill.

Quanto à estabilidade, resistência e coesão das misturas avaliadas, não houve diferenças significativas entre os substratos, resultando em nota máxima para todas as misturas. Bezerra et al. (2001) avaliaram a agregação dos substratos às raízes (formação do torrão), com substratos à base de casca de arroz carbonizada, casca de coco verde e maduro, observando diferença entre os substratos, sendo estes à base de fibra de coco, os quais apresentaram melhor agregação. Esses mesmos autores observaram, também, que tais substratos possuem maior capacidade de retenção de umidade, o que também contribui para o desenvolvimento das raízes.

No presente trabalho, um importante fator que contribuiu para que todas as misturas apresentassem ótima agregação, foi o bom desenvolvimento do sistema radicular. Uma vez que, quanto maior o desenvolvimento do sistema radicular, maior será o entrelaçamento das raízes, então isso dará suporte ao substrato, formando o torrão. No experimento feito por Freitas et al. (2006), observaram o comprimento máximo da raiz de 1.006,4 cm. Entretanto, esse comprimento ainda foi inferior aos encontrados neste trabalho, com comprimento do sistema radicular de 1.281,96 cm, indicando o bom desenvolvimento das raízes, fator importante para a estabilidade dos torrões.

Em relação ao teor nutricional de macronutrientes das mudas de *Eucalyptus urophylla* (Tabela 4), não houve diferença significativa entre as mudas produzidas nos diferentes substratos avaliados, com exceção dos teores de cálcio, que foram maiores nas mudas produzidas no substrato FCM (40%) + T (60%) em relação às produzidas nos demais.

De acordo com Attiwill e Adams (1996), os teores de nitrogênio (N) encontrados estão abaixo dos exigidos para a espécie, e os teores de fósforo (P) e potássio (K) encontraram-se na faixa adequada. De acordo com esses autores, os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) encontram-se acima dos níveis adequados.

O fornecimento adequado de nitrogênio na fase inicial de crescimento das mudas é fundamental pelas funções que esse nutriente desempenha, como aumento da área foliar e maior crescimento vegetativo (MARSCHNER, 1995; MALAVALTA et al., 1997). Entretanto, a sua redução durante a fase de rustificação se torna importante para garantir a sobrevivência das mudas no campo.

O teor adequado de potássio nas mudas no final do ciclo de viveiro é necessário para uma boa rustificação das mudas. Para Gonçalves (1995), o aumento do fornecimento desse nutriente nessa fase permite que as mudas se tornem fisiologicamente capazes de regular suas perdas de umidade, além de facilitar o engrossamento do caule, fatores essenciais para a adaptação das mudas às condições adversas de plantio.

Entre os micronutrientes (Tabela 5), apenas os teores de zinco (Zn) da parte aérea das mudas variaram em função dos substratos, apresentando maior teor nutricional nas mudas produzidas no substrato CE (60%) + FCM (40%), não se diferenciando, no entanto, das misturas CE (40%) + T (60%) e CE (40%) + T (30%) + FCM (30%).

Tabela 4 – Teor de macronutrientes (mg kg⁻¹) da parte aérea de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em sistemas de blocos com diferentes substratos, 90 dias após a semeadura.

Table 4 – Macronutrient content (mg Kg⁻¹) of the aerial part of *Eucalyptus urophylla* seedlings, produced in blocks systems with different substrata, 90 days after sowing.

Substratos	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
1) FCM(40%)+T(60%)	1520,50 A	1709,55 A	17730,00 A	11516,60 A	3474,10 A
2) CE(60%)+FCM(40%)	1393,25 A	1721,00 A	18420,00 A	9770,78 B	3405,00 A
3) CE(40%)+T(60%)	1295,20 A	1772,21 A	16820,00 A	10204,30 B	3440,00 A
4) CE(40%)+T(30%)+FCM(30%)	1464,55 A	1647,05 A	17580,00 A	10176,60 B	3338,40 A
CV (%)	14,889	7,921	7,670	6,777	9,096

Dentro de uma mesma característica avaliada, letras maiúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FCM: fibra de coco mista; CE: casca de eucalipto decomposta; e T: torta de filtro de usina açucareira.

Within the same trait, capital letters in columns do not differ by Tukey test at 5% probability.

FCM: coconut fiber mixed; EC: eucalyptus bark decomposed and T: filter cake sugar mill.

Tabela 5 – Teor de micronutrientes (mg kg⁻¹) da parte aérea de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em sistemas de blocos com diferentes substratos, 90 dias após a semeadura.

Table 5 – Micronutrient content (mg kg⁻¹) of the aerial part of *Eucalyptus urophylla* seedlings, produced in block systems with different substrata, 90 days after sowing.

Substratos	Sódio	Ferro	Zinco	Manganês
1) FCM (40%) + T (60%)	3450,00 A	62,90 A	32,84 B	64,55 A
2) CE (60%) + FCM (40%)	3450,00 A	62,99 A	41,31 A	105,79 A
3) CE (40%) + T (60%)	3410,00 A	60,89 A	36,49 AB	112,05 A
4) CE (40%) + T (30%) + FCM (30%)	3690,00 A	55,69 A	34,67 AB	79,69 A
CV (%)	14,185	15,107	12,385	41,06

Dentro de uma mesma característica avaliada, letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

FCM: fibra de coco mista; CE: casca de eucalipto decomposta; e T: torta de filtro de usina açucareira.

Within the same trait, uppercase on the columns do not differ by Tukey test at 5% probability.

FCM: coconut fiber mixed; EC: eucalyptus bark decomposed and T: filter cake sugar mill.

De acordo com Attiwill e Adams (1996), os teores de manganês (Mn) e ferro (Fe) encontrados estão abaixo daqueles descritos para a espécie, e os teores de zinco (Zn) se encontram na taxa descrita como adequado.

Apesar de alguns nutrientes estarem presentes em teores diferentes dos descritos como adequados, não se observou comprometimento da qualidade das mudas produzidas nos diferentes substratos avaliados.

4. CONCLUSÕES

Todos os substratos apresentaram boa agregação ao torrão e à estabilidade, sendo adequados à prática do plantio semimecanizado

Os teores nutricionais das mudas de eucalipto foram semelhantes em todos os substratos.

Para a produção de mudas de eucalipto produzidas em blocos com prensagem, recomenda-se o substrato de CE (60%) + FCM (40%).

Para a produção de mudas de eucalipto produzidas em blocos sem prensagem são recomendados os substratos CE (60%) + FCM (40%), CE (40%) + T (60%) e CE (40%) + T (30%) + FCM (30%).

5. REFERÊNCIAS

Amaral, T. L. do. Aplicação de Benzilaminopirina (BAP) e de Nitrogênio em *Quesnelia quesneliana* Brongniart cultivada em diferentes substratos. Campos dos Goytacazes, 2003. 57p. Tese (Mestrado em produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF.

Amaral, R. D.; Barros, N. F. de; Costa, L. M.; Fontes, M. P. F. Efeito de um resíduo da indústria de zinco sobre a química de amostras de solo e plantas de milho. **Revista Brasileira Ciência dos Solos**, v.20, p.433-440, 1996.

Attiwill, P. M.; Adams, M. A. *Nutrition of Eucalyptus*. In: **Diagnosis of Nutrient Deficiencies in Eucalypts**, 1996. 440p.

Barroso, D.G.; Carneiro, J. G. de A.; Leles, P. S. dos S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p. 238-250, 2000a.

Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Leles, P. S. dos S.; Morgado, I.F. Regeneração de raízes de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.229-237, 2000b.

Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Novaes, A. B.; Leles, P. S. dos S. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v.24, n.3, p. 291-296, 2000c.

Bezerra, F. C.; Rosa, M. F.; Brígido, A. K. L.; Norões, E. R. V. Utilização de pó de coco como substrato de enraizamento para estaca de crizântemo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.7, n.2, p.129-134, 2001.

- Carneiro, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995, 451p.:il.
- Carneiro, J. G. de A.; Brito, M. A. R. Nova metodologia para a produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. *Floresta*, v.22, n.1/2, p. 63-77, 1992.
- Carneiro, J. G. de A.; Parviainen, J. V. Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. *Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja*, v.302, p 6-24, 1988.
- Chaves, J. H.; Reis, G. G.; Reis, M. G. F.; Neves, J. C. L.; Pezzopane, J. E. M.; Polli, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: Relações hídricas de plantas em tubetes. *Revista Árvore*, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.
- Correia, D.; Rosa, M. F.; Norões, E. R. V.; Araújo, F. B. Uso do pó de casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, n.3, p.557-558, 2003.
- Cruszynski, C. **Resíduo Agro-industrial “Casca de Tunge” como Componente de Substrato para Plantas**. Porto Alegre, 2002. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.
- Cunha, A. de M.; Cunha, G. de M.; Sarmiento, R. de A.; Cunha, G. de M.; Amaral, J. F. T. do. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. *Revista Árvore*, v.30, n.2, p. 207-214, 2006.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Figueiredo, F. A. M. M. de A. Mudas de Eucalipto produzidas a partir de miniestacas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v.30, n.4, p.519-258, 2006.
- Freitas, T. A. S.; Barroso, D. G.; Carneiro, J. G. de A.; Penchel, R. M.; Lamônica, K. R.; Ferreira, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v.29, n.6, p.853-861, 2005.
- Gomes, J. M.; Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A.; Garcia, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. *Revista Árvore*, v.27, n.2, p. 113-127, 2003.
- Gonçalves, A.L. Substrato para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. *Produção de mudas de alta qualidade em horticultura*. São Paulo, Fundação Dalim Farah Maluf, Ed. T.A. Queirós, 1995. 128p.
- Jones JR., J.B., Wolf, B., Mills, H.A. *Plant Analysis Handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide*. Athens (USA): Micro-Macro Publishing, 1991. 213p.
- Lacerda, M. R. B.; Passos, M. A. A.; Rodrigues, J. J. V.; Barreto, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). *Revista Árvore*, v.30, n.2, p.163-170, 2006.
- Leles, P. S. dos S.; Carneiro, J. G. de A.; Barroso, D. G.; Morgado, I. F. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. *Revista Árvore*, v.24, n.1, p.13-20, 2000.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações*. 2 ed. Piracicaba: Potafó, 1997. 319p.:il.
- Marschner, H.. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego, 1995. 889p.
- Morgado, I. F.; Carneiro, J. G. A.; Leles, P. S. S.; Barroso, D.G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. *Revista Árvore*, v.24, n.1, p.27-33, 2000.
- Novaes, A. B. de. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. Curitiba, 1998. 118p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná –UFPR.
- Schiavo, J. A.; Martins, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agro-industrial. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, n.2, p.519-523, 2002.

Serrano, L. A. L.; Silva, C. M. M.; Ogliari, J.; Carvalho, A. J. C. de; Marinho, C. S.; Detmann, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.487-491, 2006.

Silva, J. I. **Produção de mudas de café (*Coffea canephora*) em diferentes recipientes e substratos**. Campos dos Goytacazes, 2003. 51p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF.