

## Reutilização de cama de aviário compostada na produção e no crescimento inicial de mudas de eucalipto

Reuse of composed poultry bed in the production and initial growth of eucalyptus seedlings

Reutilización de cama de aves compuesta en la producción y crecimiento inicial de plántulas de eucalipto

Recebido: 19/07/2022 | Revisado: 30/07/2022 | Aceito: 01/08/2022 | Publicado: 09/08/2022

**Soraya Carmelita Novaes Thomazini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7443-1052>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: [sorayathomazini@yahoo.com.br](mailto:sorayathomazini@yahoo.com.br)

**José Antonio Rodrigues de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3024-9424>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: [jose.antonio@ifgoiano.edu.br](mailto:jose.antonio@ifgoiano.edu.br)

**Débora Astoni Moreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8658-1269>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: [debora.astoni@ifgoiano.edu.br](mailto:debora.astoni@ifgoiano.edu.br)

**Janine Mesquita Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1367-4488>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: [janine.goncalves@ifgoiano.edu.br](mailto:janine.goncalves@ifgoiano.edu.br)

### Resumo

A cama de aviário, é oriundo da produção aviária, que se não tratado de maneira adequada pode impactar negativamente o ambiente. Objetivou-se obter um substrato com cama de aviário compostada para oferecer uma alternativa a produção e crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*. Esse material foi compostado e caracterizado quanto ao teor de macronutrientes, sendo utilizados nos dois ensaios experimentais: germinação de sementes e crescimento inicial das mudas de *Eucalyptus camaldulensis*. As sementes foram plantadas e preenchidas com substrato comercial e diferentes percentuais de camas de aviários compostadas, cujo tratamento controle foi o substrato a base de casca de pinus e vermiculita. Forneceu-se 100% e 200% da dose de nitrogênio recomendada para a cultura, tendo como tratamento controle vasos preenchidos com solo do cerrado e adubação mineral de modo a fornecer 25g de N/planta. Para o experimento de crescimento inicial utilizou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4x2x17 (4 tratamentos, 2 doses de nitrogênio e tempo). Essas apresentaram maiores teores de nitrogênio quanto maior foi número de lotes de aves alojadas sobre a mesma cama. As sementes tiveram germinação tardia para os tratamentos com camas de aviários nas proporções de 20% e 50% e as mudas não sobreviveram. Nos tratamentos com 100% com camas de aviários não houve germinação. O melhor tratamento foi a cama de aviário compostada com maior número de reutilizações e com 100% da dose de nitrogênio. Todas as mudas apresentaram bons índices de IQD indicando chance de sobrevivência no campo.

**Palavras-chave:** Reuso; Adubação orgânica; Resíduos; Avicultura; Nitrogênio.

### Abstract

The poultry litter comes from avian production, which if not treated properly can negatively impact the environment. The objective was to obtain a substrate with composted poultry litter to offer an alternative to the production and growth of *Eucalyptus camaldulensis*. This material was composted and characterized in terms of macronutrient content, being used in two experimental trials: seed germination and initial growth of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings. The seeds were planted and filled with commercial substrate and different percentages of composted poultry litter, whose control treatment was the substrate based on pine bark and vermiculite. 100% and 200% of the recommended nitrogen dose for the crop were supplied, with the control treatment being pots filled with cerrado soil and mineral fertilization in order to provide 25g of N/plant. For the initial growth experiment, the Completely Randomized Design (DIC) was used with treatments distributed in a 4x2x17 factorial scheme (4 treatments, 2 nitrogen doses and time). These showed higher nitrogen contents the greater the number of lots of birds housed on the same litter. The seeds had late germination for the treatments with poultry litter in the proportions of 20% and 50% and the seedlings did not survive. In treatments with 100% with poultry litter there was no germination. The best treatment was the composted poultry litter with the highest number of reuses and with 100% of the nitrogen dose. All seedlings showed good IQD indexes indicating chance of survival in the field.

**Keywords:** Reuse; Organic fertilization; Residues; Poultry; Nitrogen.

## Resumen

La cama de aves proviene de la producción aviar, que si no se trata adecuadamente puede impactar negativamente en el medio ambiente. El objetivo fue obtener un sustrato con yacaja avícola compostada para ofrecer una alternativa a la producción y crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis*. Este material fue compostado y caracterizado en cuanto al contenido de macronutrientes, siendo utilizado en dos ensayos experimentales: germinación de semillas y crecimiento inicial de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis*. Las semillas fueron sembradas y rellenadas con sustrato comercial y diferentes porcentajes de estiércol avícola compostado, cuyo tratamiento testigo fue el sustrato a base de corteza de pino y vermiculita. Se suministró el 100% y 200% de la dosis de nitrógeno recomendada para el cultivo, siendo el tratamiento testigo macetas llenas de tierra cerrada y fertilización mineral para aportar 25g de N/planta. Para el experimento de crecimiento inicial se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DIC) con tratamientos distribuidos en un esquema factorial 4x2x17 (4 tratamientos, 2 dosis de nitrógeno y tiempo). Estos presentaron mayor contenido de nitrógeno cuanto mayor era el número de lotes de aves alojadas en la misma cama. Las semillas tuvieron germinación tardía para los tratamientos con cama de aves en las proporciones de 20% y 50% y las plántulas no sobrevivieron. En los tratamientos con 100% con cama de aves no hubo germinación. El mejor tratamiento fue la cama de ave compostada con mayor número de reutilizaciones y con el 100% de la dosis de nitrógeno. Todas las plántulas mostraron buenos índices de IQD que indican posibilidades de supervivencia en el campo.

**Palabras clave:** Reutilización; Fertilización orgánica; Resíduos; Avicultura; Nitrógeno.

## 1. Introdução

A população mundial alcançou a marca de 7,7 bilhões de pessoas em 2019, conforme perspectiva realizada recentemente pela Organização das Nações Unidas, tendo projeções de chegar a mais de 10 bilhões em 2100 (United Nations, 2019). Assim, uma das grandes preocupações atuais da humanidade é conseguir produzir uma grande quantidade de alimentos com boa qualidade nutricional que o mundo necessita, porém de uma maneira sustentável.

Neste cenário econômico mundial, o Brasil tem se destacado como um dos principais produtores e exportadores de produtos agropecuários, configurando entre os maiores produtores de proteína animal (Faostat, 2019). Atualmente o mercado brasileiro apresenta um aumento significativo interno e externo da produção de frango de corte, com 4,53% de ganho em relação a 2019, sendo o terceiro maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos e China. Para tal posição, atualmente são alojadas mais de 55 milhões de matrizes de aves no território nacional, sendo que 32% (trinta e dois por cento) da produção é destinada à exportação (EMBRAPA, 2020).

Se por um lado a produção de aves é capaz de gerar uma grande quantidade de benefícios, por outro lado também é uma atividade que produz uma enorme quantidade de resíduos ambientais como a cama de frango, também chamada de cama de aviário. A cama de aviário é caracterizada pelo material que é distribuído pelo piso dos aviários que tem como finalidade gerar conforto para os animais, tanto pela manutenção de uma temperatura mais estável, como evitar o contato direto com o piso ou com as fezes presentes no local (Bidone, 2001).

A composição comumente utilizada na cama de aviário são raspas de madeira (maravalha), ou outro material (sabugo de milho, palha de arroz ou de milho, entre outros resíduos de produção que estiverem disponíveis) que seja capaz de absorver os dejetos dos animais. Após a distribuição da cama de frango sobre o piso do aviário, outros resíduos como restos de ração, penas, dentre outros materiais, como as fezes são agregados com o passar de tempo, constituindo-se assim um material que, se bem manejado, pode ser uma rica fonte de nutrientes para o solo e para as plantas (Perszel, 2018). Se todos esses nutrientes não forem aproveitados de maneira adequada, poderão se constituir em um resíduo sólido que impactará negativamente o meio ambiente, contaminando o solo e os recursos hídricos.

A presença de dejetos (fezes e urina) de aves que são ricas em compostos nitrogenados, faz da cama de aviário um material muito rico em nitrogênio, mineral que se usado de forma inadequada na agricultura, ou descartado de forma indiscriminada no ambiente, ocasiona a eutrofização das águas superficiais, contaminação de lençóis freáticos e pode também culminar em alterações climáticas (Rojas et al., 2012).

Em virtude da baixa estabilidade química dos resíduos animais, como camas aviárias, não é recomendada sua aplicação direta pois eleva o risco de provocar injúrias nas plantas, sobretudo em folhosas e tuberosas, além de eventuais

perdas de nutrientes via lixiviação de nitratos e volatilização da amônia (Conceição, 2018).

Cientes da degradação ambiental causada pela disposição inadequada dos resíduos no meio ambiente e diante da ação fiscalizadora realizada por órgãos públicos, os avicultores buscam soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou reutilizar esses materiais (de Souza et al., 2018). Uma das alternativas viáveis para o aproveitamento da cama de aviário seria seu uso como fertilizante. De acordo com Melo & Duarte (2018) o produto principal da compostagem é um adubo com grande potencial para uso agrícola e para recuperação de solos degradados, sendo que esta prática é uma das melhores alternativas para o gerenciamento de resíduos orgânicos.

A compostagem é definida como um processo controlado e de estabilização de resíduos orgânicos promovidos por diversos microrganismos aeróbios, que com interferência humana pode acelerar a decomposição desses resíduos através de processos físicos, químicos e biológicos (Barros, 2012).

O composto de cama de aviário apresenta inúmeras vantagens em relação ao material não compostado, uma vez que apresenta maior concentração de substâncias húmicas. Esse material apresenta composição microbiológica mais adequada ao seu uso como fertilizante causando menor impacto ambiental ao solo que a cama original (Benites, 2011). Os organismos aeróbios são os principais componentes da cama de frangos de corte (Kamimura, Menão, Itava, Knöbl, Gomes & Pedroso, 2018).

Na produção avícola o eucalipto é uma importante madeira utilizada como fonte energética para o aquecimento das aves. Desse modo, verifica-se que há grande demanda por essa madeira para o abastecimento dos aviários. Portanto, com a intensificação da produção avícola na região centro-oeste, o volume crescente de cama de aviário produzida e posteriormente compostada pode então, apresentar-se como uma alternativa viável de substrato para a produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto.

O eucalipto é uma espécie florestal mais plantada no Brasil, pertence à família Myrtaceae e é originária da Austrália. O gênero *Eucalyptus* apresenta mais de seiscentas espécies e ocorrem em uma gama de condições ambientais variáveis, desde solos arenosos, áreas pantanosas e solos de alta fertilidade (Dibax, 2004).

Segundo Delquiqui et al., (2001), o *Eucalyptus camaldulensis* é uma espécie que apresenta ampla distribuição geográfica e pode ocupar diversos ambientes ecológicos, é tolerante a inundações temporárias e resistente a temperaturas elevadas. Assim, é uma espécie indicada para as zonas onde o estresse hídrico deverá ser um fator limitante.

Diante do exposto, desenvolver estudos que objetivem conhecer técnicas, dosagens de nutrientes e proporções de substratos é de fundamental importância para que se possa promover o plantio de culturas mais adequadas aos solos típicos do cerrado. Assim, a reutilização dos resíduos gerados na região do cerrado além de minimizar os impactos negativos pode promover melhorias nas características físico-químicas destes solos.

Com este trabalho objetivou-se utilizar cama de aviário compostada como fertilizante para produção e crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* como alternativa ambientalmente sustentável.

Desse modo, há grande preocupação em manejar bem os dejetos da avicultura uma vez que são gerados em grandes quantidades. Portanto, manejar adequadamente a cama de aviário para o seu aproveitamento pelo solo, e, conseqüentemente pelas plantas, pode ser de fundamental importância para o meio ambiente.

## 2. Metodologia

O experimento foi conduzido na Fazenda Cinco Marias, localizada a 17° 27' 52" S, 48° 12' 13" O e altitude de 712 m, zona rural do município de Urutaí – GO, durante o período compreendido entre maio de 2021 a janeiro de 2022. Segundo classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa, caracterizado como úmido tropical, com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação e temperatura médias anuais, de 2000 mm e 28 °C (da Silva, de Souza, de Carvalho, Mendonça & Moreira

2015).

Para a realização dos dois ensaios experimentais, camas de aviários foram coletadas em diversas granjas da região, sendo dispostas em leiras de aproximadamente 1m<sup>3</sup>, as quais, diariamente tinham suas temperaturas e umidades mensuradas, bem como procedia-se o revolvimento manual promovendo-se aeração e homogeneização da umidade com o auxílio de enxada.

Foram compostadas camas de aviários de dois anos e dez lotes de aves alojadas, camas de aviários com um ano e quatro lotes de aves alojadas e camas de aviários de uma mistura com variados números de lotes de aves alojadas (substratos 1, 2 e 3).

Finalizada a compostagem, amostras das leiras foram coletadas para a determinação da concentração de macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, carbono orgânico e relação carbono/nitrogênio (C/N) para sua utilização nos dois ensaios experimentais. Os resultados das caracterizações das camas e do substrato comercial a serem utilizados nos experimentos são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Caracterização física e química das amostras de camas de aviários (substratos 1, 2 e 3) e do substrato comercial (substrato 4).

Características	Amostras			
	Substrato 1	Substrato 2	Substrato 3	Substrato 4
Nitrogênio total (g kg <sup>-1</sup> )	42,0	34,0	18,0	13,0
Fosforo total (g kg <sup>-1</sup> )	34,5	40,48	42,7	10,6
Potássio total (g kg <sup>-1</sup> )	21,8	21,0	16,0	4,1
Relação C/N	6,1	9,1	9,7	18,8
Carbono Orgânico (%)	25,5	31,0	17,5	24,4
Condutividade Elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	12,72	12,57	10,96	4,09
Umidade (%)	24,0	23,0	10,0	51,0
pH (CaCl <sub>2</sub> 0,01 mol L <sup>-1</sup> )	7,80	8,54	9,10	5,60
pH (KCl 1 mol L <sup>-1</sup> )	8,02	8,51	9,04	5,90

Substrato 1: cama de aviário de 2 anos, 10 lotes de aves alojadas com 80 dias de compostagem.

Substrato 2: cama de aviário de 1 ano, 4 lotes de aves alojadas com 120 dias de compostagem.

Substrato 3: cama de aviário de uma mistura de vários lotes de aves alojadas com 30 dias de compostagem.

Substrato 4: substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita.

Fonte: Autores.

## Experimento 1

Para a realização dos estudos de germinação de sementes, utilizou-se tubetes cônicos, rígidos e com capacidade volumétrica de 50cm<sup>3</sup>, os quais foram previamente desinfectados em água quente a 80°C por 30 segundos, conforme recomendado por Alfenas et al. (1999). Os tubetes foram preenchidos com substrato comercial (a base de casca de pinus e vermiculita) e diferentes proporções de camas de aviários compostadas, sendo inseridas cinco sementes da cultivar *Eucalyptus camaldulensis*, adquiridas no comércio local. Os tubetes foram apoiados em bandejas e mantidos suspensos do solo.

Os tratamentos consistiram no uso do substrato comercial e diferentes percentuais (20% e 50%) de camas de aviários compostadas (substratos 1, 2 e 3), tratamentos com 100% das amostras de camas de aviários (substratos 1, 2 e 3) e tendo como tratamento controle substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita.

## Experimento 2

Para o estudo do crescimento inicial de mudas da cultivar *Eucalyptus camaldulensis* foram adquiridas mudas de viveiro comercial plantadas em tubetes, cujas alturas variaram entre 19 e 36 cm. As mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade volumétrica de 8dm<sup>3</sup> e foram mantidas em viveiros por 75 dias, suspensos do solo, sendo irrigados diariamente para suprir a demanda evapotranspirométrica.

O solo utilizado no experimento dois foi obtido do horizonte B da região do cerrado, sendo seco ao ar, destorroado, passado em peneira de 0,05m de malha, homogeneizado e corrigido quanto a acidez conforme recomendação do boletim vigente para o cerrado (Souza & Lobato, 2004). Na tabela 2 estão apresentados os resultados das características físicas e químicas do solo.

**Tabela 2** - Caracterização do solo do cerrado antes do plantio do eucalipto.

Características	Solo
Argila (%)	44,0
Silte (%)	11,0
Areia (%)	45,0
pH em CaCl <sub>2</sub>	4,6
Matéria Orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	25,0
Carbono (g dm <sup>-3</sup> )	14,50
CTC	5,42
Sat. Bases (%)	33,55
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	1,9
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	0,2
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,4
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,9
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	49,8
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	24,6
Ca <sup>2+</sup> (c.mol dm <sup>-3</sup> )	1,1
Mg <sup>2+</sup> (c.mol dm <sup>-3</sup> )	0,6
Al (c.mol dm <sup>-3</sup> )	0,8
Al + H (c.mol dm <sup>-3</sup> )	3,6
K <sup>+</sup> (c.mol dm <sup>-3</sup> )	0,11
Fosforo (mg dm <sup>-3</sup> )	0,6

Fonte: Autores.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4x2x17 (dose, tratamento e tempo). Os vasos foram preenchidos com solo do cerrado e cama de aviário (substratos 1, 2 e 3) de modo a fornecer 100% e 200% da dose de nitrogênio recomendada para a cultura (25g de N/planta). No tratamento controle utilizou-se solo do cerrado e adubação mineral de modo a fornecer 25g de N por planta. Os tratamentos utilizados estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Tratamentos utilizados na condução dos ensaios experimentais.

Tratamentos	Dose de Nitrogênio	Massa da cama de aviário (g)
Controle	100%	-
Substrato 1	100%	595,23
	200%	1190,46
Substrato 2	100%	735,29
	200%	1470,58
Substrato 3	100%	1388,88
	200%	2777,76

Tratamento Controle - Solo do cerrado com adubação mineral

Substrato 1 - cama de aviário de 2 anos e 10 lotes de aves alojadas 80 dias de compostagem 42 g de N kg<sup>-1</sup>

Substrato 2 - cama de aviário de 1 ano e 4 lotes de aves alojadas 120 dias de compostagem 34 g de N kg<sup>-1</sup>

Substrato 3 - cama de aviário de diferentes lotes de aves alojadas compostadas com produto biotecnológico. 30 dias de compostagem 18 g de N kg<sup>-1</sup>

Fonte: Autores.

Para a determinação do melhor substrato associado foram mensuradas quinzenalmente até os 75 dias à altura (H) e o diâmetro do coleto (DC). As alturas das mudas foram determinadas por meio de régua milimétrica, medindo-se do nível do substrato até a ponta da última folha e o diâmetro do coleto (DC) foi medido, ao nível do substrato utilizando-se paquímetro digital.

Ao final deste período, as mudas dos diferentes tratamentos foram coletadas e submetidas as avaliações da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) conforme metodologias descritas em EMBRAPA (2009) e APHA (2012).

A partir destes dados, foram determinadas as relações da altura das mudas/ diâmetro do coleto (H/DC), relação da massa seca da parte aérea / massa seca da raiz (MSPA/MSR), necessárias à determinação do índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme equação 1 (DICKSON &, 1960)

$$IQD = \left( \frac{MST}{\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}} \right) \quad (1)$$

em que MST é massa seca total (g); H, altura (cm); DC, diâmetro do coleto (mm); MSPA, massa seca da parte aérea (g); e MSR, massa seca da raiz (g).

A MSPA, a MSR e a MST foram obtidas após secagem em estufa com circulação de ar, sob temperatura de 65°C, até atingir massa constante. Para isso, foram separadas a parte aérea da raiz, cortando-se ao nível do coleto da planta, sendo lavadas em água destilada, acondicionadas em embalagens de papel e levadas à estufa. Posteriormente, o material foi resfriado em dessecador de sílica gel, em seguida pesado em balança digital (precisão 0,01g) para a quantificação da massa de matéria seca.

Para a determinação das alterações físico-químicas do solo nos vasos, amostras de solo foram coletadas, antes e após o período experimental, e submetidas às análises. As características analisadas foram: capacidade de troca catiônica (CTC), Saturação de Bases, pH em CaCl<sub>2</sub>, textura, micronutrientes Na, Zn, B, Cu, Fe, Mn, Matéria Orgânica, Carbono, teores de Ca, Mg, Al, H<sup>+</sup> Al, K e P (Melich).

Ao final dos experimentos os dados coletados foram submetidos a análise estatística, sendo submetidos a ANOVA e as médias pelos testes de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa de estatística SAEG.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1- Caracterização das camas de aviários compostadas (substratos 1, 2 e 3).

Com base nas análises dos teores médios de nutrientes das amostras de camas de avicultura compostadas exibidas na Tabela 1, observou-se que o nitrogênio total apresentou maior concentração relativa nos substratos 1 e 2. Assim, verificou-se neste estudo um incremento na concentração de nitrogênio total com o aumento do número de lotes de aves alojadas sobre a mesma cama. Estes resultados estão de acordo com aqueles apresentados por Fukayma (2008), ao realizar testes sobre diversas reutilizações de cama de avicultura, que concluiu que quanto maior o número de reutilizações, melhor será a qualidade da cama para adubo orgânico. Os resultados deste estudo corroboram também estudos de Avila et al. (2007), que obtiveram aumento no teor de nitrogênio nas camas, com o aumento do número de lotes de aves alojadas de um a seis. Estes resultados demonstram que a reutilização é um processo acumulativo de alguns nutrientes.

Observou-se também neste estudo baixo valor da relação carbono/nitrogênio (C/N), nos substratos 1, 2 e 3, o que representa uma rápida decomposição das camas, porém, alta mineralização se tornando fonte de nutrientes para o solo, em especial o nitrogênio orgânico.

A relação C/N é um importante índice para avaliar o nível de maturação da cama de aviário. Segundo Benedetti, Fugiwara, Factori, Costa & Meirelles (2009) em seus estudos, concluiu que quanto mais lotes de aves produzidos com a mesma cama, a relação C/N tende a diminuir, o que corrobora com este estudo.

A relação C/N inicial adequada em uma massa de resíduos orgânicos, deve estar entre 25:1 a 35:1 (Kiehl, 2002). Os microrganismos envolvidos no processo de compostagem dependem tanto do conteúdo de carbono (C) como fonte de energia, quanto do nitrogênio (N) para a síntese de proteínas.

A liberação de N mineral é favorecida com baixos valores da relação C/N. Segundo Chefetz, Chen & Hadar (1998) metade da matéria orgânica de um composto torna-se completamente mineralizada devido aos compostos que são facilmente degradáveis, como as proteínas, celulose e hemicelulose que são as fontes de C e N para os microrganismos agirem.

Outro importante índice que pode indicar a maturação da cama de aviário é o pH. Neste estudo o pH das camas de aviário apresentaram valores entre 7,8 e 9,1. Estes valores estão de acordo com a instrução normativa N 25/2009 do MAPA que indica que para fertilizantes orgânicos classe A, o pH deve ter um valor mínimo de 6,0. Conforme Moura (2018), em seus experimentos com diferentes tipos de composteiras observou valores de pH elevados a uma média 9,2 que são similares aos obtidos neste estudo.

#### 3.2 Avaliação de germinação das sementes de *Eucalyptus camaldulensis* com diferentes percentuais de cama de aviário e substrato comercial

A utilização de apenas substrato comercial proporcionou germinação em todos os tubetes, entre 15 e 19 dias após semeio. Porém, utilizando-se substrato comercial com diferentes percentuais das camas de aviários compostadas, a germinação foi tardia, tendo ocorrido entre 31 e 35 dias após o semeio, nos percentuais de 20% e 50%, sendo que conforme houve aumento da porcentagem de cama de aviário o número de dias para germinação aumentou também. Porém, as mudas após duas semanas foram definhando e morreram. Não houve germinação em nenhum dos tratamentos com 100% de cama de aviário.

Similar a esse estudo foi o de Chiapinotto et al. (2021), que também constataram aumento nos dias de germinação com aumento das proporções de cama de aviário em seus estudos com muda de melancia.

No presente estudo doses de 20% e 50% de cama de aviário interferiram negativamente na sobrevivência das mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, que corrobora com estudos desenvolvidos por Torres, Vendruscolo, Santi, Soares & Pereira (2011) com mudas de pinhão manso, em que doses superiores a 10% de cama de aviário interferiram negativamente na sobrevivência das mudas. Diferente dos resultados desse estudo foram os de Menegatti, de Arruda & Nesi (2017) ao

concluírem que somente doses maiores de 20% de cama de aviário interferiram negativamente na germinação e sobrevivência de *Eucalyptus dunni*. Este estudo também foi diferente do realizado por Mendes (2011) ao concluir que todas as amostras de cama de aviário foram consideradas fitotóxicas para a germinação de sementes de pepino, mesmo apresentando relações C/N aceitáveis para materiais estabilizados.

### 3.3 Análise estatística dos parâmetros morfológicos e do índice de qualidade de Dickson (IQD) para o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*

Na Tabela 4 observa-se que não houve diferença significativa para os parâmetros (diâmetro do colo e altura) das mudas, em relação aos diferentes tratamentos, doses de nitrogênio e tempo e não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

**Tabela 4** - Resumo ANOVA para os parâmetros de desenvolvimento das plantas.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio	
		Altura	Diâmetro coleto
TRAT	3	92960,34 <sup>ns</sup>	11,63401*
Erro (a)	16	41551,39	3,956357
DOSE	1	50344,07*	2,771350 <sup>ns</sup>
DOSE*TRAT	3	27244,66 <sup>ns</sup>	1,750573 <sup>ns</sup>
Erro (b)	16	12111,50 <sup>ns</sup>	39,75593
DAT	16	453939,40***	2,02369***
DAT*TRAT	15	5863,024***	39,75593 <sup>ns</sup>
DAT*DOSE	5	934,4667 <sup>ns</sup>	0,3456914 <sup>ns</sup>
DAT*DOSE*TRAT	15	2390,042 <sup>ns</sup>	0,3344742E-01 <sup>ns</sup>
Resíduo	160	2265,596	0,2135790

ns,\*\*\*, \* F não significativo, significativos a 0,1% e 5%, respectivamente. TRAT = substratos, DOSE = concentração de nitrogênio aplicada, DAT – dias após transplantio. Fonte: Autores.

Com relação à altura média das plantas observou-se, conforme Tabela 5, que as melhores médias para esse parâmetro são para o tratamento controle e para o substrato 1 e as menores médias para o substrato 3, ao final dos 75 dias do experimento.

**Tabela 5** - Desenvolvimento médio das plantas (mm) em relação aos diferentes tratamentos avaliados.

TRAT	Dias após transplantio					
	0	15	30	45	60	75
Controle	283,50Ca	322,50Cab	416,80Bab	461,10Ba	542,10Aa	574,80Aa
Substrato 1	287,30Ea	321,20Eab	386,80Dab	460,00Ca	541,00Ba	621,00Aa
Substrato 2	252,70b	266,30Cb	333,70Bb	387,70Bb	465,40Ab	510,50Ab
Substrato 3	264,40Eb	301,50DEab	344,30CDEb	377,50BCDb	428,00ABCb	469,50ABb

\*Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula nas linhas não difere entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey,

\*Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula nas colunas nas linhas não difere entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Fonte: Autores.

O substrato 1 é o tratamento que apresenta maior teor de nitrogênio, sendo o que correspondeu ao maior número de reutilizações de cama de aviário (camas de aviários de 2 anos e 10 lotes de aves alojadas). Assim, esse padrão de resposta, maior altura para as plantas com substrato 1, provavelmente foi devido ao incremento de níveis de nutrientes, ocasionado pelo número de reutilizações de camas de aviários. Esse resultado confirma a importância dos macronutrientes para o desenvolvimento de mudas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira, de Moura Sousa & da Costa (2007), trabalhando com diferentes doses de nitrogênio em *Eucalyptus grandis*, em que incrementos na altura das plantas aumentaram em função do aumento da



dose de nitrogênio. Diferiram dos estudos de Silva, Garcia, Tosta, Cunha & Nascimento (2014) que, ao estudarem o crescimento de mudas de jaqueira, constataram comportamento linear decrescente com o aumento das doses de nitrogênio.

Para o desenvolvimento médio do diâmetro do coleto em relação aos diferentes tratamentos avaliados não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos conforme observou-se na Tabela 6.

**Tabela 6** - Desenvolvimento médio do diâmetro do coleto (mm) em relação aos diferentes tratamentos avaliados

Tratamento	Diâmetro do coleto (mm)
Controle	4,65AB
Cama 1	4,89 <sup>a</sup>
Cama 2	3,86B
Cama 3	4,48B

\*Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas não difere entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey. Fonte: Autores.

A análise de variância para os parâmetros morfológicos de umidade das plantas e índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme observou-se na Tabela 7, apresentaram valores considerados baixos de CV, o que significa que as médias dos parâmetros avaliados possuem boa representatividade.

**Tabela 7** - Resumo ANOVA para os parâmetros de umidade da planta.

F V	GL	Quadrado médio						
		MUR	MUC	MUF	MSR	MSC	MSF	IQD
TRAT	3	0,2278E-01ns	114,7500**	203,6822**	0,8650n	163,4626**	301,5928**	3,1321*
DOSE	1	0,16667E-02ns	47,0400 <sup>ns</sup>	7,935000 <sup>ns</sup>	3,6817	46,7604***	27,7350***	0,1291 ns
TRAT*DOSE	3	0,71671E-01ns	12,6478 <sup>ns</sup>	2,152778n <sup>s</sup>	0,3050	8,6137ns	3,0728ns	1,5553 ns
resíduo	16	0,8058	6,3013	3,950833	0,8578	5,3063	2,6127	0,9385
CV		1,1022	3,9325	2,7658	5,0383			

ns,\*\*\*, \* F não significativo, significativos a 0,1% e 5%, respectivamente. FV = Fonte de variação, GL = Grau de liberdade, TRAT = tratamentos, DOSE = concentração de nitrogênio aplicada, CV = coeficiente de variação, MUR = massa úmida na raiz; MUC = massa úmida no caule; MUF = massa úmida na folha; MSR = massa seca na raiz; MSC = massa seca no caule; MSF = massa seca na folha. Fonte: Autores.

Como observou-se na Tabela 7, os valores médios de massa seca da parte aérea foram maiores para o tratamento controle e para o tratamento com substrato 1 (cama com maior número de reutilização). Esses valores são indicativos de bons resultados para a qualidade das mudas. Um maior peso de matéria seca das folhas podem indicar um melhor desenvolvimento, pois representam maior capacidade de fotossíntese e, portanto, maior vigor (Fonseca & Cruz; 2004)

Observou-se na Tabela 8 que a maior média para o IQD foi verificada para o tratamento controle e não houve diferenças estatísticas significativas entre as médias dos tratamentos com camas de aviários.

**Tabela 8** - Teste de média para valores médios de matéria úmida no caule (MUC), folhas (MUF), de matéria seca no caule (MSC) e nas folhas (MSF) e, Índice de qualidade de Dickson (IQD).

Tratamentos	MUC	MUF	MSC	MSF	IQD
Controle	58,38C	63,15B	41,65A	36,73A	7,54A
Cama 1	65,87AB	75,15 <sup>a</sup>	34,13B	24,47B	6,185B
Cama 2	68,52A	74,98 <sup>a</sup>	29,20C	22,20BC	5,91B
Cama 3	62,57B	74,18 <sup>a</sup>	37,03B	21,633C	6,77AB

\*Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas não difere entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey. Fonte: Autores.

O cálculo de IQD de acordo com Azevedo, Alencar, Barbosa & Almeida (2010) é um bom indicador da qualidade de mudas, pois esse cálculo inclui parâmetros morfológicos de altura, diâmetro e biomassas. Desse modo, pelos bons índices médios obtidos de IQD, conforme tabela 8, para todos os tratamentos pode-se inferir que todas as mudas possuem grandes chances de sobrevivência no campo.

### 3.4 Análise do solo antes e após o plantio das mudas de *Eucalyptus Camaldulensis*

Ao final dos 75 dias do experimento 2 com o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, após a retirada das plantas, amostras de solo foram coletadas para a análise quanto aos atributos físicos e químicos. Os valores médios obtidos encontram-se na Tabela 9.

**Tabela 9** - Caracterização do solo do cerrado com adubação mineral (controle) e solo do cerrado com camas de aviários após o plantio de eucalipto.

Características	Solo	Solo após correção e adubação mineral	Solo + cama de aviário
Argila (%)	44,0	44,0	44,0
Silte (%)	11,0	11,0	11,0
Areia (%)	45,0	45,0	45,0
pH	4,6	6,0	6,7
Matéria Orgânica (g dm <sup>-3</sup> )	25,0	22,0	31,0
Carbono (g dm <sup>-3</sup> )	14,50	12,76	19,98
CTC	5,42	8,53	12,78
Sat. Bases (%)	33,55	68,33	86,69
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	1,90	6,60	83,00
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	0,20	4,10	60,00
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,40	0,74	1,06
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,90	2,30	4,70
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	49,80	42,60	30,60
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	24,60	73,50	107,00
Ca <sup>2+</sup> (c.mol dm <sup>-3</sup> )	1,10	3,90	7,60
Mg <sup>2+</sup> (c.mol dm <sup>-3</sup> )	0,60	1,60	2,30
Al (c.mol dm <sup>-3</sup> )	0,80	0,00	0,00
Al + H (c.mol dm <sup>-3</sup> )	3,60	2,70	1,70
K <sup>+</sup> (c.mol dm <sup>-3</sup> )	0,11	0,30	0,82
Fosforo (mg dm <sup>-3</sup> )	0,60	12,70	1250,0

Fonte: Autores.

A análise dos dados da tabela 9, mostrou que o solo com cama de aviário apresentou resultados diferentes em relação ao tratamento com adubação mineral. Observou-se que houve aumento no pH, redução nos teores de alumínio trocável e um aumento na condutividade elétrica, além da elevação da capacidade da saturação de bases. Em relação a redução dos teores de alumínio trocável e elevação da capacidade de saturação de bases, pode-se inferir que a adição de cama de aviário ao solo do cerrado poderá proporcionar melhora na disponibilidade de nutrientes para as plantas.

A elevação do pH segundo Mangiori e Tavares Filho (2015), aumenta os teores de cálcio e magnésio, neutraliza a acidez do substrato, reduz a solubilidade do manganês, do ferro e do alumínio e aumenta a atividade de bactérias benéficas ao solo.

Observou-se um aumento do teor da matéria orgânica que, de acordo com Blum et al., (2003), aumenta a capacidade do solo em reter água, reduz o escoamento superficial, a erosão e melhora a aeração, favorecendo o crescimento de microrganismos benéficos. A análise do solo também mostrou aumento nos teores médios de macronutrientes (P, K e Ca) e micronutrientes nos solos tratados com camas de aviários em relação ao solo com adubação mineral.

Com as modificações proporcionadas ao solo pelos tratamentos com cama de aviário poderá ser possível alcançar maior atividade biológica e evolução nas propriedades físicas do solo (de Freitas, Chagas, de Negreiro Neto, da Costa Leite & da Silva; 2016).

#### 4. Conclusão

A cama de aviário compostada é uma opção de fertilizante viável para o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*.

Para o presente estudo o melhor substrato foi o solo do cerrado acrescido de cama de aviário compostada (cama 1) de modo a fornecer 100% da dose de nitrogênio recomendada para a cultura de eucalipto (25g de n/planta), pois favoreceu a característica biométrica altura da planta.

Será importante conduzir novos estudos com camas de aviários compostadas uma vez que sua composição é muito variável e principalmente devido a melhoria genética das aves, melhor qualidade da nutrição e medidas sanitárias mais rigorosas, o que torna possível alojar um maior número de lotes de aves sobre a mesma cama.

Estudos futuros poderão ser realizados sobretudo com a utilização de cama de aviário compostada para recuperação de pastagens além de seu uso para os diferentes cultivos.

#### Referências

- Alfenas, A. C., Sanfuentes, E., Teixeira, A., & Milani, D. (1999). Mofo-cinzeiro, causado por *Botrytis cinerea* (Persoon ex Fries) em estacas e microestacas de *Eucalyptus* sp., resistência a benomil e erradicação de inóculo do patógeno com água quente. *Revista Árvore*, Viçosa, 4(23), 497-500
- Associação Americana De Saúde Pública (Apha), Americano Associação Das Águas (Awwa), Ambiente De Água Federação (Fem). (2012) Métodos Padrão Para O Exame De Água E Esgoto. 22. Ed. Washington Dc.: Apha/Awwa/Wef.
- Azevedo, I.M.G.D, Alencar, R.M.D, Barbosa, A.P & Almeida, N.O.D (2010). Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. *Acta Amazonica*, 40 , 157-164.
- Barros, R. T. V. (2012) *Elementos de gestão de resíduos sólidos*. Belo Horizonte. Ed. Tessitura, 424p, 1ª ed.
- Benedetti, M. P., Fugiwara, A. T., Factori, M. A., Costa, C. & Meirelles, P. R. L. (2009). Adubação com cama de frango em pastagem. *Águas de Lindóia: ZOOTEC*, CD ROOM.
- Benites, V. D. M. (2010). Como fazer a compostagem de cama de frango para uso em pastagem. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/876550/1/ComofazeracompostagemdacamadefrangoparausoempastagemPortalDiadeCampo.pdf>
- Bidone, F. A. (2001). Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização. *Brasília: FINEP/PROSAB*, p. 216, <http://livroaberto.ibict.br/handle/1/643>
- Blum, L. E. B., do Amarante, C. V., Güttler, G., Macedo, A. F. D., Kothe, D. M., Simmler, A. O. & Guimarães, L. S. (2003). Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. *Horticultura Brasileira*, 21, 627-631.
- Chefetz, B., Chen, Y. & Hadar, Y. (1998). Purificação e caracterização da lacase de *Chaetomium thermophilum* e seu papel na humificação. *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (9), 3175-3179.
- Chiapinotto, I. C., Nesi, C. N., Padilha, M. S., do Prado Wildner, L., Ferri, D. J., Ficagna, P. R. & Baretta, C. R. D. M. (2021). Proporções de cama de aviário na formulação de substrato para produção de mudas de melancia. *Revista Acta Ambiental Catarinense*, 18(1), 281-294.
- Conceição, Otávio Prates. *Práticas para a redução de perdas de N na compostagem do esterco de galinha*. (2018). 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Programa em Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- de Avila, V. S., Abreu, V. M. N., de Figueiredo, E. A. P., de Brum, P. A. R. & Oliveira, U. D. (2007). Valor agrônomo da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos. *Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico* (INFOTECA-E).
- de Freitas, G. A., Chagas, J. F. R., de Negreiro Neto, J. V., da Costa Leite, R. & da Silva, R. R. (2016). Resíduo orgânico bovino enriquecido com fontes de cálcio como corretivo da acidez do solo. *Global Science and Technology*. 8(3).
- Del Quiqui, E. M., Martins, S. S. & Shimizu, J. Y. (2001). Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 23, 1173-1177.
- da Silva, A. A. F., de Souza, J. A. R., de Carvalho, W. B., Mendonça, R. & Moreira, D. A. (2015). Distribuição da umidade do solo num sistema irrigado por gotejamento superficial com diferentes inclinações do terreno. *Revista Engenharia na Agricultura-REVENG*, 23(3), 261-269.

- de Souza, M. L. C., de Souza, J. A. R., Moreira, D. A., Guimarães, J. D. J., Silva, E. L. & Costa, J. V. (2018). Utilização De Biossorvente No Tratamento De Águas Residuárias Ricas Em Cobre (Ii) E Sua Reutilização Na Produção De Alface. *Irriga*, 1(1), 155-170.
- Diário Oficial da União (2009). Seção 1 ISSN 1677-7042 N° 173. Instrução Normativa n.25. *Normas sobre as especificações e garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes*. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Dibax, R (2004) *Regeneração de plantas de (Eucalyptus camaldulensis) Dehn. a partir das folhas cotiledonares*
- Dickson, A., Leaf, A. L. & Hosner, JF (1960). Avaliação da qualidade de mudas de abeto branco e pinheiro branco em viveiros. *The Forestry Chronicle* , 36 (1), 10-13.
- Faostat, F. A. O. (2021). Acesso em 06/01/2021 disponível em:< <http://faostat.fao.org>>.
- Faria, G. E. D., Barros, N. F. D., Cunha, V. L. P., Martins, I. S. & Martins, R. D. C. C. (2008). Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência de utilização de nutrientes em genótipos de Eucalyptus spp. no Vale do Jequitinhonha, MG. *Ciência Florestal*, 18, 363-373.
- Ferreira, A. C. & Barros, R. T. V. (2021). Panorama dos gastos públicos municipais com os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: uma análise da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26, 659-668.
- Ferreira, C. S., de Moura Sousa, S. & da Costa, A. S. V. (2007). Utilização de resíduo de celulose associado a adubação com nitrogênio e fósforo na produção de mudas de E. grandis. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S2), 942-944.
- Fonseca, E. & Cruz, C. A. (2004). Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (Tebeubia impetiginosa (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 2(66), 100-107.
- Fukayama, E. H. (2008). *Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante*. (Tese Doutorado – UNESP). Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104913>>.
- Kamimura, C. T., Menão, M. C., Itaya, N. M., Knöbl, T., Gomes, G. & Pedrosa, A. C. (2018). Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de Helianthus tuberosus L. e Smilax tuberosus em cama de frangos. *Atas de Saúde Ambiental-ASA* (ISSN 2357-7614), 6, 34-45.
- Kiehl, E. J. (1998). Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. P.171
- Lobato, E. & de Sousa, D. M. G. (2004). Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, DF: *Embrapa Informação Tecnológica*, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004..
- Mangieri, V. R. L. & Tavares Filho, J. (2015). Disposição de resíduos sólidos no solo: efeito nos atributos físicos, químicos e na matéria orgânica. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2), 747-763.
- Melo, C. X. D. & Duarte, S. T. (2018). Análise da compostagem como técnica sustentável no gerenciamento dos resíduos sólidos. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 5(10), 691-710.
- Menegatti, A., de Arruda, G. O. S. F. & Nesi, C. N. (2017). O adubo de cama de aviário na produção e na qualidade de mudas de Eucalyptus dunnii Maiden. *Scientia agraria*, 18(1), 43-49.
- Mendes, P. M. (2011). *Avaliação da estabilização de camas usadas na avicultura através de bioindicadores vegetais* (Mestrado, Universidade Federal de Pelotas). Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/1292>
- Moura, J. D. (2018). *Desempenho de composteira domiciliar confeccionada a partir de materiais reutilizados* (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Nações Unidas (2019) Departamento de Economia e Assuntos, Divisão de População (2019). *Word Population Prospects 2019: Caderno de Dados*. ST/ESA/SER.A/424.
- Perszel, A. (2018). *Avaliação da cama de aviário como substrato para digestão anaeróbia* (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Rojas, C. A. L., Bayer, C., Fontoura, S. M. V., Weber, M. A. & Vieiro, F. (2012). Volatilização de amônia da ureia alterada por sistemas de preparo de solo e plantas de cobertura invernais no Centro-Sul do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36, 261-270.
- Silva, C., Garcia, K., Tosta, M., Cunha, C. & Nascimento, C. D. (2014). Adubação nitrogenada no crescimento inicial de mudas de jaqueira. *Enciclopédia biosfera*, 10(18).
- Silva, F. C. D. S. (Ed.). (2009). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes (Vol. 627). *Brasília: Embrapa Informação Tecnológica*, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 627.
- Torres, G. N., Vendruscolo, M. C., Santi, A., Soares, V. M. & Pereira, P. S. X. (2011). Desenvolvimento de mudas de pinhão manso sob diferentes doses de cama de frango no substrato. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(4), 38.