

# TÓPICOS ESPECIAIS SOBRE A CULTURA DO EUCALIPTO

Meire Cristina Andrade Cassimiro da Silva  
Organizadora



**Meire Cristina Andrade Cassimiro da Silva**  
**Organizadora**

**Tópicos especiais sobre a cultura**  
**do eucalipto**

**Autores:**

Antonio Bestana Neto	Lucas Antonio Benso
Bruno Novaes Menezes Martins	Luiz Gustavo Martinelli Delgado
Carla Gheler-Costa	Luiz Vitor Crepaldi Sanches
Cláudio Roberto Ribeiro da Silva	Meire C. A. Cassimiro da Silva
Cristiane De Pieri	Olívia Gomes Martins
Danilo Simões	Rafael Lima dos Santos
Edson Luiz Furtado	Rafaele Almeida Munis
Fábio Henrique Comin	Richardson Barbosa G. da Silva
Franciele Barreira	Roberto Lyra Villas Bôas
Gabriel Pavan Botero	Tamires Castro
Lais Reia	Thais Alves Mota
Letícia Galhardo Jorge	Vinícius Fernandes Canassa
Letícia Gilli de Lima	Yerly Dayana Mira Taborda
Lisandro de Proença Pieroni	

**2022**



**1ª EDIÇÃO – 2022**

**Todos os direitos reservados**

**Editor: Ricardo Zanetta Spessotto**

**Capa: Marco Aurélio D'Angelo Luque**

T673 Tópicos especiais sobre a cultura do eucalipto / Organizado por Meire Cristina Andrade Cassimiro da Silva. Bauru : SP, Spessotto, 2022. *E-book*  
274 p.

ISBN 978-85-5973-281-8

1. Eucalipto – Plantação - Agricultura 2. Cultivo do solo  
I. Silva, Meire Cristina Andrade Cassimiro da (Org.)  
II. Título

CDD 338

Ficha catalográfica elaborada por Fatima Aparecida Anselmo CRB/8 10250

**Editora Spessotto**

**Rua Araújo Leite, 25-72 – Santa Teresa**

**Bauru/SP – CEP 17012-055 - Fone: (14) 99888-1859**

**[www.livrariaspessotto.com.br](http://www.livrariaspessotto.com.br)**

## **APRESENTAÇÃO**

Face a importância e consciente de seu compromisso na condução de trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, assim como na transferência de tecnologia, a graduação atualmente produz material bibliográfico através de seus docentes e discentes para informar, atualizar e prover a sociedade com novos conhecimentos. Nesse sentido, os cursos de Engenharia Agrônômica das instituições de ensino superior Gran Tietê e Galileu vêm desenvolvendo anualmente material voltado à área, no sentido de disseminar sua produção bibliográfica. Desta vez, o tema abordado através deste e-book é a cultura do eucalipto.

No contexto da produção de eucalipto, a relevância dessa cultura em nosso País é inquestionável e vem contribuindo de forma crescente para a geração de emprego e renda nos meios rural e urbano, inclusive com participação expressiva em nossa balança comercial, destacando-se, nesse contexto, a celulose e o papel como principais produtos destinados ao mercado externo. Já se passaram praticamente 50 anos desde o início dos primeiros plantios comerciais e, nesse intervalo de tempo, avanços nas técnicas silviculturais, no melhoramento genético e nos processos tecnológicos colocaram o Brasil em posição de grande destaque frente aos demais países que cultivam o eucalipto para atender as necessidades energéticas, a fabricação de celulose e papel, a manufatura de painéis, a obtenção de produtos serrados e a produção de madeira roliça para os mais diversos fins. Cabe também mencionar a enorme produção de carvão vegetal para uso como combustível e redutor no parque siderúrgico nacional, algo singular entre as nações que produzem aços e ferroligas.

O presente e-book é uma conquista das Faculdades Gran Tietê e Galileu e uma obra de referência para especialistas, docentes, alunos e demais interessados na temática. A obra, que aborda a produção e os produtos derivados do eucalipto, contou com a colaboração de docentes e discentes dos cursos de Engenharia Agrônômica das instituições. Toda a organização dos trabalhos foi realizada pela Profa. Dra. Meire Cristina Andrade Cassimiro da Silva e contou com participação de doutores, mestres e especialistas em seus capítulos. Esta publicação nasce coroando o esforço, competência e dedicação de todos os seus colaboradores.

As IES apresentam o e-book Tópicos Especiais sobre a Cultura do Eucalipto com a certeza do sucesso desta publicação, por sua relevância no cenário do agronegócio nacional e suas qualidades acadêmica e científica. Muito me honra o fato dos autores me confiarem a apresentação desta obra literária.

**Profa. Ma. Fabiana Frolini Marques Mangili**  
**Coordenadora Geral da Faculdade Gran Tietê**

## SUMÁRIO

<b>MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO EUCALIPTO .....</b>	<b>7</b>
(Luiz Vitor Crepaldi Sanches e Roberto Lyra Villas Bôas)	
<b>CORREÇÃO E ADUBAÇÃO DO SOLO PARA A CULTURA DO EUCALIPTO .....</b>	<b>23</b>
(Bruno Novaes Menezes Martins e Letícia Galhardo Jorge)	
<b>PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE <i>EUCALYPTUS</i> EM VIVEIROS FLORESTAIS .....</b>	<b>41</b>
(Richardson Barbosa Gomes da Silva, Danilo Simões, Cláudio Roberto Ribeiro da Silva, Luiz Gustavo Martinelli Delgado, Rafael Lima dos Santos e Rafaele Almeida Munis)	
<b>TRATOS CULTURAIS NA CULTURA DO EUCALIPTO .....</b>	<b>77</b>
(Antonio Bestana Neto)	
<b>INSETOS-PRAGA E MÉTODOS DE CONTROLE NA CULTURA DO EUCALIPTO .....</b>	<b>95</b>
(Vinícius Fernandes Canassa e Thais Alves Mota)	
<b>AS PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DO EUCALIPTO (<i>Eucalyptus</i> spp.) NO BRASIL .....</b>	<b>137</b>
(Lisandro de Proença Pieroni, Lucas Antonio Benso, Yerly Dayana Mira Taborda, Cristiane De Pieri e Edson Luiz Furtado)	

**VALOR CONSERVACIONISTA DAS PAISAGENS SILVICULTURAIS..... 191**

(Carla Gheler-Costa e Fábio Henrique Comin)

**ECOLOGIA TRÓFICA DE MAMÍFEROS CARNÍVOROS EM PAISAGENS SILVICULTURAIS DOMINADAS POR EUCALIPTO ..... 219**

(Carla Gheler-Costa, Fábio Henrique Comin, Letícia Gilli de Lima, Tamires Castro, Lais Reia, Franciele Barreira e Gabriel Pavan Botero)

**USO DO EUCALIPTO NO CULTIVO DO COGUMELO COMESTÍVEL SHIITAKE EM TORAS ..... 247**

(Meire Cristina Andrade Cassimiro da Silva e Olívia Gomes Martins)



# MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO EUCALIPTO

**Luiz Vitor Crepaldi Sanches<sup>1</sup>**

**Roberto Lyra Villas Bôas<sup>2</sup>**

## **Introdução**

Segundo a IBÁ (2021), em plena pandemia do Covid-19, foram investidos R\$12 bilhões por seus associados no setor florestal no ano de 2020, 24% acima do investido em 2019. Destaca-se que, em 2019, houve investimento de 2,9% para a aquisição de terras para plantio e, já em 2020, houve um avanço para 8,3%, graças ao acelerado avanço do setor florestal no Brasil, onde há a instalação média de uma unidade fabril por ano, sendo necessária uma expansão nos plantios florestais para fornecimento de matéria prima.

O setor florestal planta um milhão de árvores todos os dias, o que, em 2020, representou 7,47 milhões de hectares (ha) com cultivo de eucalipto. Para efeito de comparação, em 2020 o estado de São Paulo detinha o plantio de 1,35 milhões de hectares, o que corresponde a 13.500 km<sup>2</sup>, quase 2 vezes a área da região metropolitana do município de São Paulo, que possui 7.944 km<sup>2</sup>. Entretanto, o estado de Minas Gerais se destaca no cenário nacional, com 2,06 milhões de hectares de eucalipto. A área cultivada por Minas Gerais representa

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Docente das Faculdades Galileu e Gran Tiête, luizvitorsanches@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Docente da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus Botucatu/SP, rlvboas@unesp.br

27,6% da área cultivada no Brasil e São Paulo detém 18,1% (Ibá, 2021).

No Brasil, o eucalipto é cultivado em áreas, na sua maioria, de solo arenoso, os quais, segundo El-Shafei et al. (1992) e Andry et al. (2009), possuem baixa capacidade de retenção de água, elevada drenagem e carreamento de nutrientes (lixiviação) para fora do volume em que se concentram as raízes. Tal fato compromete a implantação de florestas nas épocas do ano com baixa pluviosidade, sendo necessário o uso de irrigação.

Há muito tempo se sabe que o estresse hídrico severo pode acarretar menor crescimento em altura ou mesmo menor desenvolvimento das plantas (STOCKER, 1960).

Considerando que o déficit hídrico é limitante para o estabelecimento das áreas florestais em determinadas épocas do ano, os chamados polímeros hidrorretentores surgiram com forma de minimizar o problema, promovendo o aumento da capacidade do solo em reter água. Desta maneira, os polímeros hidrorretentores têm grande importância para os cultivos florestais e agrícolas, tendo em vista que são capazes de retardar o estresse hídrico, aumentando o período de recarga hídrica via irrigação ou pluviosidade (SHARMA, 2004).

A necessidade da prática de irrigação na cultura do eucalipto depende de diferentes fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, teor de umidade do solo e tipo do solo, pois a interação entre esses fatores acarreta a perda de umidade no solo e na planta, levando a morte das mudas e afetando o povoamento florestal, além de elevar os custos de plantio devido à necessidade de replantio.

São muitas as regiões do Brasil onde se faz necessário o monitoramento diário do teor de umidade do solo e, conseqüentemente, a prática de irrigação, cuja frequência pode ocorrer a cada dois dias, elevando os custos de implantação.

Segundo Buzetto et al. (2002), dependendo da região de cultivo, as mudas de eucalipto necessitam de irrigação durante as primeiras quatro semanas após o plantio, principalmente em áreas com condições ambientais desfavoráveis, sendo este o período crítico de desenvolvimento da planta. Contudo, a água para irrigação é um fator limitante, uma vez que é escassa em regiões áridas e semiáridas, podendo tornar a irrigação operacionalmente e/ou economicamente inviável ou mesmo impraticável.

Entretanto, com o uso de tecnologia, as empresas florestais tem conseguido realizar o plantio de mudas de eucalipto o ano todo com a aplicação de hidrogéis, que são polímeros superabsorventes que conseguem reter grandes quantidades de água e liberá-las de forma gradual para as plantas. De acordo com Antunes et al. (2018), a aplicação média de água por muda é reduzida de 6,5 L para apenas 2,5L com o uso do polímero e a frequência de irrigação pode chegar a até 15 dias, dependendo das condições climáticas. Desta maneira, ocorre economia no consumo de água para irrigação, podendo-se irrigar quase três mudas com hidrogel, comparado a uma muda sem aplicação do polímero.

A frequência da irrigação tem um impacto direto no custo de implantação do povoamento florestal, tendo em vista que o hidrogel pode manter a umidade por um maior período, sendo necessárias poucas realizações de irrigação, favorecendo a economia no uso de maquinário e a ampliação da área de cultivo (ARAÚJO et al., 2009).

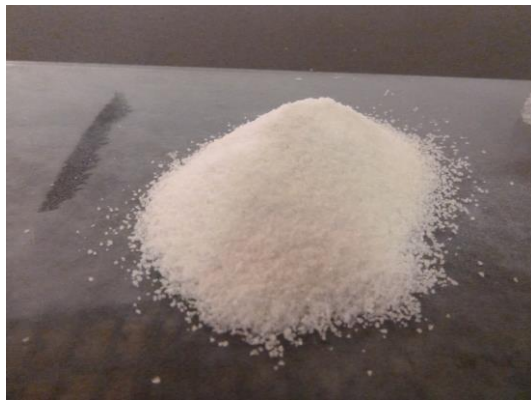
A aplicação de hidrogel em áreas de povoamento florestal é uma excelente ferramenta para que a água proveniente da chuva não seja perdida por infiltração ou mesmo a evaporação, além de evitar o carreamento de nutrientes para fora da rizosfera (DUSI, 2005).

Os hidrogéis podem reter água de 20 até 1500 vezes o seu peso, dependendo de sua composição. Deste modo, são considerados um produto promissor na agricultura, por possibilitar o desenvolvimento de plantas em áreas áridas ou semi-áridas (VALE et al., 2006).

De acordo com Gonçalves et al. (2004) e Paluszek e Żembrowski (2006), a utilização de hidrogel favorece o povoamento florestal em áreas degradadas.

### **Hidrogel e o aumento da CRA – capacidade de retenção de água no solo**

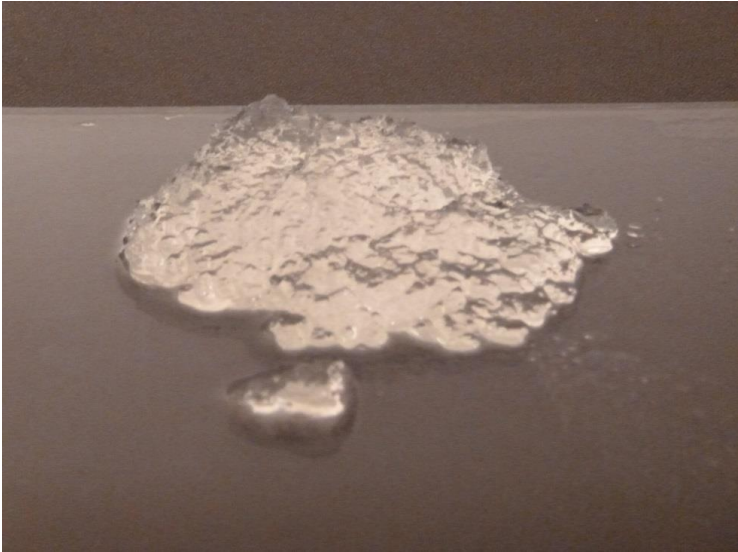
De acordo com Vale et al. (2006), os hidrogéis são comercializados secos em forma granular (Figura 1).



**Figura 1. Polímero hidrorretentor na forma granular. Fonte: Sanches, 2013.**

Os polímeros hidrorretentores são sólidos, insolúveis e, na presença de água, expandem-se fisicamente, absorvendo-a e a retendo.

O polímero, quando hidratado, ganha volume, tornando-se com aspecto de um gel macio e elástico (Figura 2). Quando desidratado, forma uma fina película que torna a se expandir em contato com a água.



**Figura 2. Polímero hidratado (hidrogel). Fonte: Sanches, 2013.**

Nimah et al. (1983) relata que o hidrogel é capaz de aumentar, em solo arenoso, em 125% o volume de água absorvida e, em solos argilosos, de 25 a 30%, demonstrando que a eficiência varia de acordo com o tipo de solo (Rezende, 2001).

Segundo Swietlik (1989), o melhor desempenho dos hidrogéis em solos arenosos se deve à menor capacidade de

troca de cátions, pois a expansão do gel é afetada se adsorvida pelos coloides do solo, como ocorre em solos argilosos.

De acordo com Magalhães et al. (2003) o hidrogel apresenta rápido ganho de massa uma hora após o início da hidratação, atingindo cerca de 90% do estado de equilíbrio após 2 horas de imersão, chegando ao equilíbrio por volta de 20 horas após o início do processo.

Segundo Ouchi (2001), o polímero pode ser aplicado de duas formas: misturado seco ao solo e promovendo a hidratação posteriormente à irrigação ou aplicado já hidratado ao solo.

A eficiência do hidrogel está diretamente ligada à espécie a ser cultivada e à forma de aplicação do polímero, pois as raízes devem ter contato com os grânulos na forma de gel hidratado no solo. Caso contrário, a planta não consegue absorver a água (AKHTER et al., 2004; SROKA, 2004; AL-HUMAID, 2005).

Os benefícios da aplicação de hidrogel são muitos, como: maior retenção de água no solo, redução na percolação, redução da lixiviação de nutrientes e redução da evapotranspiração e do estresse hídrico (ARAUJO et al., 2009; HADAM et al., 2011).

Entretanto, a compactação do solo pode afetar diretamente a eficiência do hidrogel, pois cria resistência para a expansão da molécula, reduzindo sua capacidade de retenção. A qualidade da água também pode influenciar na expansão da molécula (VALE et al., 2006).

Segundo Navroski et al. (2016), o volume e o período de disponibilidade de água para a planta pelo polímero dependem das características do solo, do clima e da planta a ser cultivada.

### **Formas de aplicação do polímero hidrorretentor**

As empresas florestais no Brasil utilizam duas formas de aplicação de hidrogel: a) via cova; b) na superfície do solo, ambas de forma hidratada.

A aplicação via cova do hidrogel é realizada com um caminhão pipa com plantadeiras manuais (Figura 3), acopladas para injeção do hidrogel. Como se pode observar na Figura 3, a manopla da esquerda tem a função de abrir a cova e inserir a muda que esta alocada no tubo central e a manopla da direita aplica o hidrogel na cova.



**Figura 3. Plantadeira manual com aplicador de hidrogel acoplado.**  
**Fonte: Sanches, 2013.**

O hidrogel cria um bolsão de água no entorno do torrão da muda e assim possibilita que o solo no entorno da muda se mantenha úmido por um período maior de tempo.

Para a aplicação via superfície, as mudas são plantadas utilizando plantadeira, porém sem a inserção do hidrogel na cova. Após o plantio das mudas, o hidrogel é aplicado por meio de uma mangueira com aplicadores do tipo chuveirinho em sua extremidade (Figura 4). Essas mangueiras estão ligadas a uma caminhão que contem o hidrogel.



**Figura 4. Aplicador tipo “chuveirinho”. Fonte: Sanches, 2013.**

Na Figura 5 é possível observar o hidrogel com aspecto mais líquido (viscoso) para aplicação superficial.





**Figura 5. Textura do hidrogel para utilização do aplicador do tipo “chuveirinho”. Fonte: Sanches, 2013.**

Na aplicação do hidrogel via cova, a dose adequada deve manter a textura mais rígida, com o intuito de ajudar no apoio da muda. Já para efetuar a aplicação via superfície, o hidrogel deve apresentar uma textura mais viscosa (Figura 5), para que possa fluir através dos emissores do aplicador tipo “chuveirinho” sem causar entupimentos e percolar pelo perfil do solo para fornecer água a muda.

Quando aplicado via cova, o hidrogel atua de forma restrita ao entorno do torrão da muda. Já na aplicação via superfície, com o hidrogel mais diluído e de forma líquida, o polímero acaba se dispersando em um raio maior, tanto na superfície como pelo perfil do solo, através da percolação.

Em um estudo feito por Satishchandra (2012), a aplicação do hidrogel via cova reduziu o estresse hídrico da planta,

promovendo a hidratação da muda de eucalipto por 15 dias. Após esse período, as mudas receberam irrigação, que levou à reidratação do polímero e disponibilização de água para a muda até o fim do período crítico.

Para observar a eficiência do hidrogel em solos arenosos, Callaghan et al. (1989) transplantaram mudas de *Eucalyptus microtheca* para o campo com e sem hidrogel na cova e observaram que, realizando irrigação a cada 6 dias, houve sobrevivência de 71% das mudas com hidrogel e morte de todas as mudas sem o polímero, ressaltando a importância do uso do hidrogel para o povoamento florestal em áreas áridas e semiáridas.

Sanches (2013), avaliando o povoamento florestal de *Eucalyptus grandis* em área arenosa durante o período de estiagem, observou que:

- o polímero, ao ser misturado na água, não altera sua densidade;
- as doses de polímero alteram a viscosidade do hidrogel, podendo até ficar sólido;
- a utilização do hidrogel favoreceu o povoamento florestal, com sobrevivência de 100% das mudas;
- a frequência de irrigação passou de 4 para cada 10 dias;
- o uso de hidrogel favoreceu economia de cerca de 18 m<sup>3</sup> de água por hectare com irrigação (58%);
- o custo operacional com irrigação foi reduzido de R\$ 1.400,00 para R\$ 600,00 por hectare, uma redução de 57%;

- independente da forma de aplicação, o hidrogel favorece o povoamento florestal, devendo-se aplicar a dose de 3,6 g por planta.

Viero et al. (2002) observaram que, com a aplicação de hidrogel no plantio de mudas de *Cupressus arizonica*, houve economia no uso de água de irrigação e o povoamento florestal foi possível aplicando-se apenas 1/3 do volume de água de irrigação, quando comparado ao controle

Teixeira et al. (2019), avaliando a aplicação de hidrogel com a adição de fertilizantes, verificaram que o híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* apresentou maior desenvolvimento vegetativo quanto maior a dose de fertilizante adicionado. Tal fato demonstrou que o hidrogel é capaz de reter os nutrientes juntamente com a água em sua cadeia polimérica, liberando-os de forma gradativa para a planta.

## Conclusão

O uso de polímero hidrorretentor é uma ferramenta importante para o cultivo de eucalipto com baixa disponibilidade de água para irrigação. Além de fácil utilização, o hidrogel é economicamente viável, possibilitando o povoamento florestal em áreas e períodos onde ocorre déficit hídrico.

## Referências

AKHTER, J., MAHMOOD, K., MALIK, A., MARDAN, A., AHMAD, M., IQBAL, M.M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedlings growth of barley, wheat and chickpea. **Plant Soil Environ.**, v.50, n.10, p.463-469, 2004.

AL-HUMAID, A.I. Effects of Hydrophilic Polymer on the Survival of Bottonwood (*Conocarpus erectus*) Seedlings Grown under Drought Stress. **European Journal of Horticultural Science**, n.3, 2005.

ANDRY, H.; YAMAMOTO, T.; IRIE, T.; MORITAN, S.; INOUE, M.; FUJIYAMA, H. Water retention, hydraulic conductivity of hydrophilic polymers in sandy soil as affected by temperature and water quality. **Journal of Hydrology**, v.373, p.177-183, 2009.

ANTUNES, J.S.; CONCEIÇÃO, F.A. da; DAMASCENA, J.F.; ALMEIRA, D.F.; SILVA, W.A. da Efeito da aplicação do gel hidrorretentor sobre a sobrevivência de mudas de *Eucalyptus grandis* aos cinco e trinta dias pós-plantio. **Anais do III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, CO-INTER – PDVAGRO**, 2018.

ARAÚJO, G. L.; MORAES, W. B.; CAMARA, G. R. CAZOTI, M. M.; NAZARIO, A. A.; REIS, E. F. dos Avaliação da matéria fresca da parte aérea do cafeeiro *Conilon robusta* tropical submetido a diferentes doses de um hidrorretentor e diferentes intervalos de irrigação, em seu desenvolvimento inicial. **Anais do XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/0826\\_1051\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/0826_1051_01.pdf)> Acessado em: 03/09/2022.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base fromacrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. Piracicaba: **IPEF**, 5 p., Circular Técnica 195, 2002.

CALLAGHAN, T. V.; LINDLEY, D. K.; ALI, O. M.; ABD EL NOUR, H.; BACON, P. J. The effect of water-absorbing synthetic polymers on the stomatal conductance, growth and survival of transplanted *Eucalyptus nicrotheca* seedlings in the Sudan. **Journal of Applied Ecology**, n.26, p.663-672, 1989.

DUSI, D. M. **Efeito da adição do polímero hidroretentor na eficiência da adubaçã nitrogenada no crescimento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em dois diferentes substratos.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 82f., 2005.

EL-SHAFEI, Y.Z., AL-OMRAN, A.M., AL-DARBY, A.M., SHALABY, A.A. Influence of upper layer treatment of gel-conditioner on water movement in sandy soils under sprinkler infiltration. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, n.6, p.217-231, 1992.

GONÇALVES, J. L. M.; WICHERT, M. C. P.; LEITE, R.; CAVAGLIERI, V. S.; TELLES, V.; VAZ, I. A. T. **Formas de aplicação de gel absorvente e seu efeito no crescimento inicial e sobrevivência de mudas de eucalipto em solos arenoso na região de Altinópolis-SP.** Piracicaba: PTSM-IPEF, 16 p., 2004.

HADAM, A.; WROCHNA, M.; KARACZUN, Z. Effect of hydrogel on the turf grass species growing under salt stress. Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, **Land Reclam.**, v.43, n.1, 2011.

IBA - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual IBÁ 2021**, Disponível em: <https://www.iba.org/publicacoes/relatorios>, Acesso em Setembro de 2022. IBÁ, 2021.

MAGALHÃES, A. S. G.; MAIA JÚNIOR, J. B. M.; FEITOSA, J. P. A. Síntese e estudo do intumescimento de géis de acrilamida e acrilato de sódio em água e em meio salino. In: **Anais do 7º Congresso Brasileiro de Polímeros**, Belo Horizonte-MG, p.216-217, 2003.

NIMAH, N. M.; RYAN, J.; CHAUDHRY, M. A. Effect of synthetic conditioners on soil water retention, hydraulic conductivity, porosity, and aggregation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.47, p.742-745, 1983.

OUCHI, S. Application of Superabsorbent Polymers in Japanese Agriculture and Greening. Chapter 5, Section 2, p.276-285. In: OSADA, Y.; KAJIWARA, K. **Gels handbook: Applications**, v.3, 501p., Ed. Academic Press, Tokyo, 2001.

PALUSZEK, J., ZEMBROWSKI, W. Wpływ hydrozelu Stockosorb na structure agregatowa gleb erodowanych. [The influence of Stockosorb hydrogel on aggregate structure of eroded soils]. **Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rolnictwo Zesz.**, v.65, n.375, p.115-122, 2006.

REZENDE, L. S. **Efeito da incorporação de polímeros hidroabsorventes na retenção de água de dois solos**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 74 f., 2001.

SANCHES, L.V.C. **Aplicação de polímero hidrorretentor no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis***. Tese. 108 p., UNESP-FCA, Botucatu-SP, 2013.

SATISHCHANDRA, K. M. Planting Eucalyptus using hydrogel during dry season. **IPPTA**, v.24, n.2, p.51-52, 2012.

SHARMA, J. Establishment of perennials in hydrophilic polymer-amended soil. **SNA (Southern Nursery Association) Research Conference**, n. 42, p.530-532, 2004.

SROKA, P. Polimery – lekarstwem na susze. **Aura**, n.11, p.5-7, 2004.

STOCKER, O. Physiological and morphological changes in plants due to water deficiency. **Arid Zone Research**, n.15, p.63-104, 1960.

SWIETLIK, D. Effect of soil amendment with Viterra hydrogel on establishment of newly-planted grapefruit trees cv. Ruby Red. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**, n.20, p.1697-1705, 1989.

TEIXEIRA, C.E.S.; TORRES, A.Q.A.; NIERI, E.M.; MELO, L.A.de; SANTOS, L.V. dos; BOTELHO, S.A. Polímero hidrorretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, n.29, 2019.

VALE, G. F. R.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidrorretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffe Science**, Lavras, v.1, n.1, p.7-13, 2006.

VIERO, P.W.M., CHISWELL, K.E.A., THERON, J.M., The effect of soil amended hydrogel on the establishment of a *Eucalyptus grandis* clone on a sandy clay loam soil in Zululand during winter, **Southern African Forestry Journal**, n.193, p.65-6, 2002.



# **CORREÇÃO E ADUBAÇÃO DO SOLO PARA A CULTURA DO EUCALIPTO**

**Bruno Novaes Menezes Martins<sup>3</sup>**

**Letícia Galhardo Jorge<sup>4</sup>**

O manejo da adubação torna-se imprescindível em momentos em que o estoque de nutrientes disponíveis no solo não atende de maneira suficiente o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, os métodos de utilização da adubação orgânica e mineral podem ser aperfeiçoados, com o objetivo de maximizar o potencial produtivo da cultura. Esta prática se resume em satisfazer as necessidades nutricionais da planta, em todos os estádios de desenvolvimento. A recomendação de adubação tem por objetivo elevar os teores de nutrientes no solo a níveis considerados adequados para cada cultura.

De acordo com Rosseto et al. (2008a), a adubação é item fundamental para aumento da produtividade. Para o estudo da adubação, as exigências nutricionais da cultura e as quantidades de nutrientes removidos pela planta são considerados de suma importância para se indicar as quantidades de nutrientes a serem fornecidos (COLETTI et al., 2002). Além disso, se o teor foliar está abaixo do nível crítico, pode ocorrer deficiência nutricional, podendo ser manifestada por

---

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia (Horticultura), professor da Faculdade Galileu, Botucatu, SP

<sup>4</sup> Bióloga, doutoranda em Ciências Biológicas (Botânica) pelo Instituto de Biociências de Botucatu (IBB), na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP

sintomas visuais. Sendo assim, quando os sintomas aparecem, provavelmente a produtividade já foi afetada (LUZ et al., 2017).

Segundo Vitti et al. (2016), para o dimensionamento da adubação é necessário o conhecimento das exigências nutricionais da planta, além do fator de eficiência do fertilizante, definido como a interação entre o sistema solo-planta-atmosfera e a cultura na qual o mesmo foi aplicado. Perdas nessa interação podem ocorrer por lixiviação (percolação de nutrientes no perfil do solo), erosão (arraste de nutrientes), fixação (adsorção ou precipitação de ânion e de cátions metálicos) ou volatilização (perda do nutriente para a atmosfera) (VITTI et al., 2016; LUZ et al., 2017). O fato é que boa parte dos solos utilizados para o cultivo das espécies plantadas são naturalmente pobres ou foram depauperados devido à intensificação das atividades agrícolas.

Segundo Stoneman et al. (1996), a escassez de água e nutrientes é considerada um importante fator que pode interferir de maneira negativa na produtividade e no desenvolvimento de plantios florestais. Silveira et al. (1995) relatam que, apesar do eucalipto ser apontado como planta pouco exigente em nutrientes, foram evidenciados sinais de deficiência nutricional em algumas áreas de produção onde não se utilizava a adubação mineral.

De acordo com Costa et al. (2008), existem várias razões que justificam a adubação em plantios florestais de eucalipto, tais como: aparecimento de sintomas de deficiência nutricional em plantios, principalmente em locais de baixa fertilidade; produtividade máxima e maior velocidade no

desenvolvimento das árvores e menor risco de diminuição da produtividade em florestas manejadas em virtude da exportação de nutrientes.

O manejo e uso de fertilizantes na cultura tem início com a análise da fertilidade do solo e as práticas corretivas, práticas conservacionistas e, por fim, aplicação do adubo mineral. Vale destacar que as práticas corretivas e conservacionistas têm o objetivo de aumentar a eficiência do fertilizante mineral, promovendo maior desenvolvimento radicular, ocasionando maior absorção de água e de nutrientes.

## **Práticas corretivas**

### **Calagem**

A maioria dos solos brasileiros apresenta condições de elevados graus de intemperismo, acidez, toxidez de Al e/ou Mn e baixos níveis de Ca e Mg. De acordo com Quaggio (2000), aproximadamente 70% dos solos são considerados ácidos, causando redução da produtividade em até 40%.

Segundo Raij (2017), quanto menor for a parte da CTC (capacidade de troca de cátions) ocupada por cátions (Ca, Mg, K e Na), mais ácido será o solo. Sendo assim, fica subentendido que a remoção desses cátions do ponto de troca catiônica, substituindo-se por  $Al^{+3}$  e  $H^{+}$ , contribuirá para o aumento da acidificação do solo.

São muitos os fatores que contribuem para a acidificação do solo, como a pobreza de materiais de origem desprovidos de bases, água da chuva (em decorrência de sua reação com o gás carbônico da atmosfera – dissociação do ácido carbônico), condições de intensificação de agentes de intemperismos (pedogênese), decomposição da matéria orgânica

com liberação de íons de hidrogênio para a solução do solo, remoções de cátions básicos (Ca, Mg, K e Na) em regiões de altos índices pluviométricos (lixiviação) e utilização de fertilizantes de caráter ácido (RAIJ, 2017; KORNDÖRFER et al., 2017).

A disponibilidade de nutrientes para a cultura está diretamente relacionada ao pH do solo, uma vez que valores inadequados de pH podem causar desequilíbrios fisiológicos nas plantas. Quando o pH está abaixo de 5,5, ocorre uma menor disponibilidade de N, P, Ca e Mg, além do aumento comum da toxidez de alumínio (KORNDÖRFER et al., 2017). Esses efeitos contribuem na restrição do crescimento radicular, limitando o desenvolvimento das plantas e resultando em perdas significativas na produção.

O pH é uma referência e indicador direto da acidez do solo, obtido pela avaliação da concentração de íons hidrogênio na solução do solo. Os problemas de acidez e disponibilidade de nutrientes podem ser amenizados com a elevação do pH através da aplicação de produtos que liberam ânions capazes de neutralizar os prótons ( $H^+$ ) e o íon alumínio ( $Al^{+3}$ ), resultando em ganhos de produtividade.

Nesse sentido, o calcário é o material mais indicado para a realização dessa atividade, uma vez que possui componentes básicos que geram ânions capazes de promover a neutralização da acidez. A correção ocorre com a substituição do alumínio e do hidrogênio por cálcio e magnésio no ponto de troca catiônica. Deste modo, além da eliminação da acidez do solo, o resultado também será o fornecimento de cálcio e magnésio para as plantas, contribuindo para a promoção da fertilidade do solo. A velocidade da reação irá depender

grandemente do grau de acidez do solo, da granulometria do corretivo e do grau de interação entre o calcário e o solo (RAIJ, 2017).

Segundo Andrade (2004), a calagem em eucalipto tem como objetivo elevar a saturação por bases a 25% na camada de 0 a 20 cm de profundidade e aumentar os teores de cálcio e magnésio para valor mínimo de  $1,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$  e  $0,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , respectivamente.

### **Contribuição do calcário no desenvolvimento da cultura**

Após a absorção pelas raízes, o cálcio é levado pelo xilema até a parte aérea, através da corrente transpiratória. Desta forma, maiores quantidades de Ca serão assimiladas por órgãos que apresentam maiores taxas de transpiração. No caso de folhas novas, que transpiram pouco, poderá ocorrer deficiência do elemento. Com isso, torna-se necessário prevenir eventual desordem, através do favorecimento de maior fluxo de Ca (PRADO, 2008).

O cálcio está presente no vegetal na forma de pectatos de cálcio, constituindo a lamela média das paredes celulares e incrementando a resistência mecânica dos tecidos, participando do desenvolvimento e formação do sistema radicular. Pensando em seu benefício, é necessário que o Ca ocupe todo o volume de solo, na qual se concentra a maior parte das raízes (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008).

Já o magnésio participa da molécula de clorofila, sendo que 20% do Mg total foliar se encontra nos cloroplastos. Sob deficiência, há diminuição da síntese de clorofila e, conseqüentemente, redução da taxa de fotossíntese. Vale destacar também que o elemento é responsável pela ativação de diversas enzimas ligadas ao metabolismo energético. O Mg é mo-

vido pela transpiração da planta, além de apresentar mobilidade no floema, facilitando sua redistribuição no vegetal (PRADO, 2008).

Além disso, a calagem pode também aumentar a disponibilidade de fósforo e molibdênio, auxiliar na fixação simbiótica do nitrogênio, favorecer a nitrificação da matéria orgânica, melhorar a agregação do solo através da adição de cátions flocculantes (cálcio e magnésio) aos coloides do solo e estimular o desenvolvimento das raízes, contribuindo para melhor aproveitamento de água e nutrientes presentes no solo (VITTI; MAZZA, 2002; RAIJ, 2017).

Segundo o critério de recomendação, a quantidade de corretivo é variável, devendo levar em consideração o nível de tecnologia empregado pelos agricultores e seus custos em curto e médio prazo. Embora quantidades elevadas tendem a encarecer a produção, o efeito residual do corretivo será mais prolongado (KORNDÖRFER et al., 2017).

Com o objetivo de aumentar teores de cálcio e magnésio no solo, Gonçalves et al. (1997) sugerem a necessidade de calagem para a cultura utilizando a seguinte fórmula:

$$NC = 10 [X - (Ca+Mg)] / PRNT$$

**Onde:**

NC = necessidade de calcário (t ha<sup>-1</sup>)

X = 20 para Eucalyptus

Ca e Mg = dados em mmolc dm<sup>-3</sup>

PRNT = em porcentagem de equivalente CaCO<sub>3</sub>

Para se atingir o sucesso desta prática, deve-se distribuir o calcário a lanço, em área total ou em faixas de 1,0 a 1,5 m de largura sobre as linhas de plantio. Deve-se atentar para a uniformidade em toda extensão do terreno para que haja um contato bem próximo entre as partículas do solo (RAIJ, 2017).

Outro ponto importante a ser considerado é o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total), que é definido como o conteúdo de neutralizantes contidos no corretivo que reagirá com o solo no período de três meses. Calcário que apresenta PRNT mais baixo terá poder residual de neutralização da acidez, que ocorre de forma mais lenta. Por outro lado, calcário com PRNT mais elevado possui reação mais rápida no solo, ou seja, maior será a quantidade de ácidos neutralizados. Além disso, a velocidade de reação no solo será influenciada pelas condições do clima e do solo, da natureza química do corretivo e, principalmente, da sua granulometria (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2004; SANTIAGO; ROSSETO, 2021).

Deve ser considerado também o teor de magnésio, preferencialmente com a utilização de materiais que contenham uma grande quantidade deste nutriente, como é o caso do calcário dolomítico, que apresenta teor de óxido de magnésio superior a 12% (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2004).

## **Gessagem**

O gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) é um subproduto da produção de ácido fosfórico que contém aproximadamente 26% de CaO e 15% de enxofre e pode ser utilizado na melhoria do ambiente radicular em profundidade (KORNDÖRFER et al., 2017).

Quando aplicado superficialmente no solo, o gesso tende a dissolver de maneira gradual e, devido à sua rápida mobilidade, lixivia-se para as camadas mais profundas sem precisar de incorporação, contribuindo para o aprofundamento das raízes e favorecendo a absorção de água e nutrientes com maior eficiência, tornando a planta mais tolerante a veranicos. Além disso, a aplicação deste insumo tende a aumentar o teor de Ca e ajuda na redução da saturação de Al em profundidade, reduzindo os efeitos do Al sobre o crescimento das raízes, sem necessariamente atuar como corretivo de pH (DEMATÊ, 2004).

O gesso também é importante fornecedor de enxofre para as plantas. Segundo Raij (2017), o enxofre participa de dois aminoácidos essenciais (cistina e metionina) que compõem as proteínas, tendo função estrutural. O enxofre atua como ativador enzimático e participa de todos os processos metabólicos da planta (fotossíntese, respiração, síntese de gorduras e proteínas e fixação simbiótica de nitrogênio) (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008).

### **Adubação mineral**

Gonçalves et al. (1997) recomendam aplicar as quantidades totais de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, com base em resultados de análises de solo de matéria orgânica, fósforo e potássio (Tabelas 1, 2 e 3).



**Tabela 1.** Doses de nitrogênio recomendadas para eucalipto com base no teor de matéria orgânica do solo

<b>Matéria orgânica (g/dm<sup>3</sup>)</b>		
0-15	16-40	>40
----- Doses de N (kg/ha) -----		
60	40	20

Essa recomendação de nitrogênio, baseada no teor de matéria orgânica no solo, parte da suposição de que, em solos com teores mais elevados de M.O, o estoque de nitrogênio é maior.

No sistema solo-planta, o nitrogênio (N) passa por reações de oxirredução, sendo absorvido pelas raízes na forma oxidada  $\text{NO}_3^-$  (nitrato) ou na forma reduzida  $\text{NO}_4^+$  (amônio). Cerca de 95% do N no solo está na forma de  $\text{NO}_3^-$ , que é lixiviada para fora da zona de absorção das raízes, fato que está relacionado com a textura do solo e com o regime pluviométrico da região de cultivo. O N é móvel no solo e na planta, normalmente assimilado na forma de aminoácidos, sendo encontrado em componentes celulares como proteínas, ácidos nucleicos e clorofilas, além de ser requerido para a síntese de transporte de citocininas, constituindo-se na forma de N inorgânico para as células (FAGAN et al., 2016; CASTRO, 2016). Por fazer parte da constituição dos aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos, o N tem participação direta e indireta em processos bioquímicos e sua carência acarreta na diminuição da síntese de clorofila e aminoácidos essenciais, além de diminuir a energia necessária para produção de car-

boidratos e esqueletos carbônicos, refletindo no desenvolvimento e rendimento da cultura (MALAVOLTA et al., 1997).

Depois do nitrogênio, o fósforo é o elemento que mais limita o crescimento dos vegetais, fato que pode ser explicado pela participação na formação inicial e pelo desenvolvimento das raízes, atuando em inúmeros processos metabólicos da planta, com destaque para o fornecimento e armazenamento de energia.

**Tabela 2.** Doses de fósforo recomendadas para eucalipto com base nos teores de fósforo e de argila no solo.

Argila	P resina (mg/dm <sup>3</sup> )			
	0-2	3-5	6-8	>8
g/kg	-----Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) -----			
<150	60	40	20	0
150-350	90	70	50	20
>350	120	100	60	30

As maiores recomendações de fósforo para solos com teores mais altos de argila estão relacionadas às maiores demandas nutricionais desses nutrientes em solos argilosos e devido à alta interação do elemento com a fração mineral do solo, o que justifica a aplicação de fósforo em grandes quantidades nos solos brasileiros (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008). De acordo com Rosseto et al. (2008b), um dos fatores responsáveis pela baixa eficiência da adubação com fósforo nos solos brasileiros é o alto teor de óxidos de ferro e alumí-

nio, que tendem a promover a sua fixação e, consequentemente, indisponibilizam o elemento para a planta.

Ao contrário do nitrogênio, o potássio não faz parte de nenhum composto orgânico na planta, ou seja, não tem função estrutural. Sua principal função é o de ativador enzimático, participando de muitos processos metabólicos. Além disso, o potássio apresenta grande importância na expansão celular, formando um grande vacúolo central que ocupa cerca de 80% a 90% do volume da célula (PRADO, 2008).

Segundo Malavolta et al. (1997), o potássio atua na abertura e fechamento de estômatos. O elemento influencia o turgor das células-guarda, pois eleva o potencial osmótico dessas células, resultando em absorção de água e, consequentemente, em maior turgor e abertura dos estômatos. A abertura e fechamento dos estômatos é importante na taxa de fotossíntese, pois em plantas que estão deficientes em K, a abertura dos estômatos não ocorre de maneira adequada, diminuindo a entrada de CO<sub>2</sub> (PRADO, 2008).

De acordo com Silveira e Malavolta (2000), as plantas bem supridas com potássio são mais resistentes a secas e geadas em razão da maior eficiência no uso da água, ou seja, mantêm maior quantidade de água nos tecidos em relação às plantas sob deficiência nutricional. Deste modo, o potássio irá favorecer as reações metabólicas e também a orientação das folhas, fazendo com que ocorra maior interceptação da luz (MALAVOLTA, 1980). Assim como o fósforo, as maiores recomendações de potássio estão associadas aos teores elevados de argila e dos respectivos nutrientes no solo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Doses de fósforo recomendadas para eucalipto com base nos teores de fósforo e de argila no solo.

Argila	P resina (mg/dm <sup>3</sup> )		
	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
g/kg	-----Doses de K <sub>2</sub> O (kg/ha) -----		
<150	50	30	0
150-350	60	40	0
>350	80	60	0

Em solos com teores baixos de boro ( $B < 0,21 \text{ mg/dm}^3$ ) deve-se aplicar 1 kg/ha de B. Em solos com teores baixos de zinco ( $Zn < 0,6 \text{ mg/dm}^3$ ), aplicar 1,5 kg/ha de Zn.

### Adubação de plantio

A adubação de plantio tem como finalidade promover o rápido estabelecimento da planta no campo, principalmente nos primeiros 6 meses pós-plantio. Deve-se empregar 1/3 das doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e 100% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, B e Zn e aplicar os adubos em filetes contínuos no interior dos sulcos de plantio ou em covas. Recomenda-se aplicar o adubo ao redor da cova de plantio a aproximadamente 20 cm da muda para se evitar a queima das raízes e a morte das plantas pelo efeito salino do nitrogênio e do potássio (GONÇALVES et al. 1997; SANTAROSA et al. 2014).

## **Adubação de cobertura**

Deve-se aplicar o restante da adubação recomendada 2 a 4 vezes. Para estabelecer o momento mais adequado para a aplicação dos fertilizantes é necessário considerar as fases de crescimento da floresta, avaliando o fechamento das copas, o qual apresenta estreita relação com as demandas nutricionais das plantas. Para caracterizar o estágio de desenvolvimento é fundamental a realização de medições dendrométricas (GONÇALVES et al. 1997).

A indicação de adubação deve ser precedida da análise de solo e folhas, acompanhada da observação das lavouras no campo. O conjunto dessas práticas, quando aplicadas de forma correta, pode gerar aumento significativo de produção, com posterior redução no custo e agregação de valor ao produto final.

## **Considerações finais**

A avaliação da fertilidade do solo é uma atividade de suma importância na agricultura, devendo-se levar em conta as condições do solo e os fatores que afetam a produtividade e a necessidade de nutrientes.

Diversos recursos são utilizados para a avaliação da fertilidade do solo, destacando-se a análise do solo, ferramenta essencial para estabelecer quantidades de corretivos, e os fertilizantes a serem aplicados na área agrícola, objetivando não somente elevar ou manter os teores dos elementos no solo em faixas ideais, mas também diagnosticar problemas de toxidez de alguns elementos, de forma que possa gerar retorno econômico o mais favorável possível. Portanto, cabe ao

responsável técnico interpretar os resultados e indicar a melhor forma e momento para aplicação dos insumos.

## Referências

ANDRADE, L. R. M. **Corretivos e fertilizantes para culturas perenes e semiperenes**. In: SOUSA, D. M. & LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap. 13, p. 317-366.

CASTRO, S. G. Q. **Manejo da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar e diagnose por meio de sensores de dossel**. 2016. 129 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

COLETTI, J. T. et al. **Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em argissolos, variedades RB835486 e SP81 3250**. In: Congresso Nacional da Sociedade dos técnicos açucareiros e alcooleiros do Brasil, 2002, Recife. Anais [...] Piracicaba: Stab, 2002. p.316-321.

COSTA, M.C.G. et al. **Aspectos Sobre Nutrição e Adubação do Eucalipto - Fundamentos Para Pesquisas em Roraima - Boa Vista**, RR: Embrapa Roraima, 2008. 29p. (Embrapa Roraima. Documentos, 03).

DEMATÊ, J.L.I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Revista Visão Agrícola**, v.1, p.48-59, 2004.

FAGAN, E. B. et al. **Fisiologia vegetal: metabolismo e nutrição mineral**. São Paulo: Andrei, 2016.

GONÇALVES, J. L. de M.; RAIJ, B. V.; GONÇALVES, J. C. **Florestais**. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). Boletim Técnico no 100. Campinas, IAC/FUNDAG. 2a ed. rev. Atual. 1997. cap. 23, p. 245-258.

KORNDÖRFER, G. H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Pedro, SP. Anais[...] Piracicaba: Potafos, 2004. p. 290-306.

KORNDÖRFER, G. H.; RAMOS, L. A.; REIN, T. A. Calagem, silicatagem, gessagem e fosfatagem para cana-de-açúcar. In: SILVA, F. C.; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Brasília, Embrapa, 2017. p. 938.

LUZ, P. H. C.; QUINTINO, T. A. **Manejo da produção de fertilizantes organominerais balanceados para a cana-de-açúcar**. In: SIMPÓSIO TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 6., 2013, Piracicaba. Anais[...] Piracicaba: Esalq/USP, 2013.

LUZ, P. H. C.; QUINTINO, T. A.; COLETI, J. T.; BET, J. A. Nutrição mineral e fertilização em cana-de-açúcar. In: SILVA, F. C.; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Brasília, Embrapa, 2017. p. 938.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e do Fosfato, 1997.

MALAVOLTA, E.; GOMES, P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008, p. 407.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O. **Características de corretivos agrícolas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. p. 28.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. p. 111.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 285. (IAC. Boletim técnico, 100).

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. 2. ed. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2017. p. 420.

REIN, T. A. et al. **Manejo da Adubação Fosfatada para Cana-de-Açúcar no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015.



ROSSETO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Fertilidade do solo, nutrição e adubação. In: **CANA-DE-AÇÚCAR**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008a. p. 221-237.

SANTAROSA, E. et al. Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Calagem: árvore do conhecimento de Cana-de-Açúcar**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Jul 2021.

SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N.; SILVEIRA, R. I.; BRANCO, E. F. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 1995, Viçosa. Levantamento do estado nutricional de florestas de *Eucalyptus grandis* da região de Itatinga – SP. I – Macronutrientes. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 896-898.

SILVEIRA, R. L.V. A.; MALAVOLTA, E. **Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus***. Piracicaba: 2000. p. 12. (Informações Agrônomicas, 91).

STONEMAN, G. L.; CROMBIE, D. S.; WHITFORD, K.; HINGSTON, F. J. GILES, R.; PORTLOCK, C. C.; GALBRAITH, J. H. DIMMOCK, G. M. Growth and water relations of *Eucalyptus marginata* (jarrah) stands in response to thinning and fertilization. **Tree Physiology**, v. 16, p. 267-274, 1996.

VITTI, G.; MAZZA, J. A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, n.97, p.1-16. 2002. Encarte técnico.

VITTI, G. C.; LUZ, P.H.C.; ALTRAN, W.S. Nutrição e adubação. In: SANTOS, F.; BORÉM. **Cana-de-açúcar do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2016.

# **PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE *EUCALYPTUS* EM VIVEIROS FLORESTAIS**

**Richardson Barbosa Gomes da Silva<sup>5</sup>**

**Danilo Simões<sup>6</sup>**

**Cláudio Roberto Ribeiro da Silva<sup>7</sup>**

**Luiz Gustavo Martinelli Delgado<sup>8</sup>**

**Rafael Lima dos Santos<sup>9</sup>**

**Rafaele Almeida Munis<sup>10</sup>**

## **1. Introdução à produção de mudas clonais de *Eucalyptus***

O Brasil é um país essencialmente florestal, pois as florestas recobrem aproximadamente 58% do território (496 milhões de hectares). Deste total, 9,6 milhões de hectares são ocupados por florestas plantadas, sendo 7,4 milhões de hectares com o gênero *Eucalyptus* (IBGE, 2021), espécie foco deste livro.

---

<sup>5</sup> Doutor em Ciência Florestal e Pós-Doutorando em Ciência Florestal na Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP)

<sup>6</sup> Doutor em Agronomia e Professor Assistente na Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP)

<sup>7</sup> Técnico Agropecuário na Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP) e Consultor na Área de Viveiros Florestais e Silvicultura

<sup>8</sup> Doutor em Ciência Florestal pela Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP) e Consultor na Área de Viveiros Florestais e Silvicultura

<sup>9</sup> Mestre em Ciência Florestal pela Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP)

<sup>10</sup> Mestre em Ciência Florestal pela Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP)

De acordo com a FAO (2018), por definição, floresta plantada é aquela que é manejada de forma intensiva dentro de um espaçamento regular, sendo composta por uma ou duas espécies de mesma idade.

No Brasil, os estados que mais plantam *Eucalyptus* são Minas Gerais (28%), São Paulo (17%), Mato Grosso do Sul (16%), Bahia (8%) e Rio Grande do Sul (7%), sendo o Mato Grosso Sul aquele que apresenta a maior taxa de crescimento anual em função da instalação de novas empresas florestais no estado.

Além disso, resultado da interação entre o clima, o manejo de solo e a silvicultura, as florestas plantadas de *Eucalyptus* no Brasil apresentam a maior produtividade média ( $35,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e o menor ciclo de rotação médio (6 a 7 anos) do mundo para produção de celulose (IBÁ, 2021).

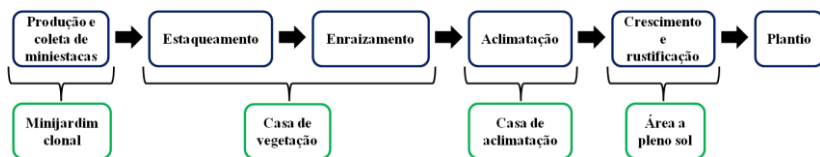
Para sustentar essa condição, o interesse pela silvicultura clonal aumentou nas últimas décadas, refletindo no avanço das técnicas de produção das mudas nos viveiros florestais, bem como na implantação, condução e colheita florestal.

Na maioria dos viveiros florestais brasileiros, tanto nas grandes empresas quanto nos demais viveiros comerciais, a produção das mudas de *Eucalyptus* é realizada por meio da propagação clonal, que tem como principal vantagem o reflexo na uniformidade produtiva dos talhões no campo.

A partir da década de 1990, a técnica de propagação clonal por meio da miniestaquia começou a ser estudada e,

cada vez mais, difundida no setor florestal. De forma simplificada, a miniestaquia consiste na utilização de brotações de plantas matrizes como fonte de propágulos vegetativos para produção de mudas (XAVIER et al., 2021).

Inicialmente, esse processo é realizado em uma estrutura do viveiro denominada minijardim clonal. A partir das plantas matrizes do minijardim clonal são coletadas as brotações que, na sequência, são estaqueadas em recipientes contendo substrato visando o enraizamento. Uma vez enraizadas na casa de vegetação e aclimatadas na casa de aclimação, as mudas são movidas para a área a pleno sol, visando o crescimento e a rustificação, a fim de torná-las aptas para o plantio no campo (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma da produção de mudas clonais de *Eucalyptus* em viveiros florestais

## 2. Estruturas, insumos e manejos necessários para produção clonal de mudas de *Eucalyptus* por miniestaquia

Nesta seção do capítulo, são detalhadas as estruturas, os insumos e os manejos necessários para produção clonal de mudas de *Eucalyptus* por miniestaquia.

A principal diferença entre os viveiros de mudas seminiais – como os que produzem mudas nativas para atender projetos de restauração ecológica – e os viveiros de mudas

clonais de *Eucalyptus* reside na necessidade de instalação de três estruturas, além da área a pleno sol, que é comum em ambos: o minijardim clonal, a casa de vegetação e a casa de aclimatação.

## 2.1 Minijardim clonal

O minijardim clonal é a área do viveiro florestal onde se inicia a propagação vegetativa do *Eucalyptus* (Figura 2). Do ponto de vista estrutural, o minijardim é composto por canaletas de fibrocimento ou concreto instaladas em terreno com declividade de 1% para favorecer a drenagem.

As canaletas devem ser recobertas com filme agrícola de 150 a 200 micra e preenchidas com uma camada de 10 cm de seixo rolado e outra, até a superfície, de areia grossa (4,0 a 6,3 mm) sobre uma tela de sombreamento (Figura 2).

A escolha pela areia justifica-se por ser um material inerte, de baixo custo, com boa drenagem e livre de elementos tóxicos. Na superfície da camada de areia, recomenda-se realizar o recobrimento com uma camada de seixo rolado para evitar o crescimento de musgos e plantas daninhas.



**Figura 2.** Minijardim clonal de *Eucalyptus* (à esquerda) e preparação das canaletas de fibrocimento para recebimento das matrizes de *Eucalyptus* (à direita)

Com relação à cobertura, o minijardim clonal pode ser descoberto, coberto com teto fixo ou coberto com teto retrátil (Figura 3). As coberturas requerem mais investimentos. No entanto, auxiliam na proteção e no maior controle do manejo do minijardim clonal, haja vista que atuam sobre fatores como chuvas de granizo, geadas, poeira, qualidade da radiação solar, taxa de lixiviação dos nutrientes na areia, doenças, dentre outros.

As coberturas podem ser feitas com filmes agrícolas transparentes, leitosos e difusores, sendo que esse último pulveriza a radiação direta, transformando-a em difusa, aumentando sua absorção. Em minijardins descobertos, em períodos chuvosos, deve-se atentar para reposição da solução nutritiva lixiviada (Figura 3).



**Figura 3.** Minijardim clonal de *Eucalyptus* descoberto (à esquerda), coberto com teto fixo (ao centro) e coberto com teto retrátil (à direita)

Após a preparação das canaletas de fibrocimento, são plantadas sobre elas as mudas matrizes que se deseja multiplicar, denominadas minicepas (Figura 4). Essas mudas precisam apresentar ótima qualidade (ver seção 3 deste capítulo), ou seja, em torno de 25 cm de altura da parte aérea e ausência de doenças, pragas, deficiências hídricas e nutricionais e tortuosidades.

Os espaçamentos comumente adotados entre as minicepas são de 15 cm x 15 cm e 10 cm x 10 cm, ou seja, são plantadas, respectivamente, de 44 a 100 minicepas m<sup>-2</sup> (Figura 4). A definição do número de minicepas implantadas depende da quantidade de mudas que o viveiro necessita produzir para atender a demanda silvicultural em campo.

Decorridos em torno de 15 dias da realização do plantio das minicepas, deve-se realizar a quebra da dominância apical das mudas, cortando-se entre 8 a 10 cm da parte apical (Figura 4). Essa ação é necessária para estimular o desenvolvimento das brotações das gemas axilares.



**Figura 4.** Plantio das mudas matrizes (minicepas) de *Eucalyptus* nas canaletas de fibrocimento (à esquerda), padronização do espaçamento entre as minicepas (ao centro) e quebra da dominância apical para estimular a brotação das gemas axilares (à direita)

Quando as duas brotações das gemas axilares atingem aproximadamente 5 cm de comprimento, repete-se o procedimento de cortar as gemas apicais (Figura 5). Esses cortes, denominados poda de formação, resultam em quatro pontos de brotação permanentes, assemelhando-se ao formato de uma taça (Figura 5).

A partir desses quatro pontos formados nas minicepas são coletadas as miniestacas, duas vezes por semana ou, no mínimo, semanalmente. A produtividade média é de 8 a 12



miniestacas minicepa<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, dependendo do material genético e das técnicas de manejo do minijardim adotadas.

As miniestacas coletadas precisam ter: a) de 7 a 10 cm, dependendo do clone, cortadas 0,5 cm acima do nó para permitir a cicatrização adequada e não afetar as gemas axilares; b) de 2 a 3 pares de folhas e; c) base lignificada (Figura 5).



**Figura 5.** Poda de formação nas minicepas de *Eucalyptus*: brotações das gemas axilares no ponto de corte (à esquerda), estabelecimento dos quatro pontos permanentes de brotação (ao centro) e padrão desejável de miniestacas de *Eucalyptus* (à esquerda)

Na coleta, são utilizadas tesouras de poda afiadas, que precisam ser desinfetadas com hipoclorito de sódio (2%) ou álcool (70%), no mínimo quatro vezes ao dia e, se possível, quando houver troca de canaletão ou clone durante a coleta.

Para o acondicionamento das miniestacas coletadas são utilizadas caixas térmicas, mais caras, ou de isopor, com maior necessidade de troca por motivos de assepsia. Durante a coleta, as miniestacas devem ser constantemente borrifadas com água para evitar a desidratação até o momento de estaqueá-las. Por esse motivo, cada operação de coleta e estaqueamento não deve ultrapassar de 30 a 40 minutos.

Alguns viveiros adotam cortar as folhas das miniestacas pela metade para evitar a transpiração excessiva e o aparecimento de doenças, especialmente no verão. Contudo, essa

não é uma prática obrigatória para todos os materiais genéticos, sendo até não recomendada ou desnecessária em alguns casos (SANTANA et al., 2010; CORREIA et al., 2015).

Para que as minicepas continuem sendo produtivas, é necessário ferti-irrigá-las, isto é, fornecer constantemente água e nutrientes. O sistema de ferti-irrigação adotado depende do grau tecnológico do viveiro, sendo os mais comuns via gotejamento – que são automatizados e percorrem as canalatas de fibrocimento com fitas ou tubos gotejadores simples ou autocompensantes – ou via regador, chuveiro ou barra, que são métodos manuais de aplicação direta (Figura 6).



**Figura 6.** Sistema automatizado de ferti-irrigação das minicepas de *Eucalyptus* por gotejamento automatizado (à esquerda), manual com chuveiro (ao centro) e manual com barra (à direita)

Independente do sistema, no verão é comum aplicar lâminas de 5 a 7 mm dia<sup>-1</sup> de solução nutritiva, enquanto, no inverno, esse volume diminui para 3 a 4 mm, na frequência de 4 a 8 vezes dia<sup>-1</sup>. A solução deve conter todos os macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn). Os fertilizantes devem ser solúveis em água, como, por exemplo, nitratos, cloretos e sulfatos.

De acordo com Higashi et al. (2000), as concentrações dos nutrientes (mg L<sup>-1</sup>) devem estar entre as faixas preconizadas, a saber: N (100 a 200), P (15 a 30), K (100 a 200), Ca

(100 a 200), Mg (25 a 50), S (35 a 65), B (0,3 a 0,6), Cu (0,03 a 0,06), Fe (3,0 a 7,0), Mn (0,3 a 0,8), Mo (0,01 a 0,02) e Zn (0,05 a 0,1), atentando-se para a condutividade elétrica da solução nutritiva se situar entre 1,5 e 2,0 mS cm<sup>-1</sup>. Essa variação na condutividade elétrica da solução aplicada ocorre em função da tolerância à salinidade inerente aos clones utilizados no viveiro.

Em sistemas de irrigação por gotejamento é importante que o fertilizante fornecedor de cálcio seja diluído em tanque separado dos demais para evitar a formação de sulfato de cálcio – comumente chamado gesso, formado pela soma dos cátions de cálcio com os ânions sulfato – e, conseqüentemente, o entupimento dos gotejadores.

Com relação à concentração da solução a ser aplicada, é preciso conhecer o fator de diluição do próprio sistema de irrigação e, em função dele, decidir por concentrar mais ou menos os nutrientes no tanque. Em sistemas manuais de aplicação direta, todos os fertilizantes são diluídos conjuntamente no mesmo tanque e aplicados via regador, barra ou chuveiro.

Ainda com relação aos sistemas instalados, é comum se encontrar microaspersores no minijardim clonal quando o sistema de ferti-irrigação adotado é por gotejamento. A microaspersão no minijardim clonal tem a função de umidificar as folhas das minicepas para auxiliar no controle do fungo oídeo (*Oidium* sp.), que, se não controlado, pode reduzir a fotossíntese, aumentar a respiração e a transpiração e, por conseguinte, reduzir o desenvolvimento e a produção das minicepas (Figura 7).



**Figura 7.** Fungo oídeo (*Oidium* sp.) nas folhas das minicepas de *Eucalyptus*

Por fim, com relação ao tempo para substituição das minicepas, recomenda-se substituí-las, em média, entre 3 e 4 anos. Entretanto, é necessário avaliar outros fatores, como o nível de enraizamento de suas miniestacas, a qualidade do manejo das minicepas e as características genéticas inerentes ao material clonal.

## 2.2 Recipientes

Antes de se iniciar o estaqueamento das miniestacas coletadas no minijardim clonal, as bandejas e os recipientes de polietileno utilizados precisam estar limpos e desinfetados, isto é, terem sido lavados e permanecidos imersos em água quente (85 a 90 °C) por 1 minuto (Figura 8).

O tubete de polietileno com volume de 55 cm<sup>3</sup> contendo estrias internas para direcionar as raízes tem sido amplamente adotado pelos viveiros. No entanto, de acordo com Simões et al. (2021), a utilização de recipientes biodegradáveis tem aumentado, especialmente nas grandes empresas (Figura 8).

Os recipientes biodegradáveis restringem menos o crescimento das raízes durante o cultivo no viveiro e, diferente dos tubetes de polietileno, são plantados juntamente com as mudas, não danificando o sistema radicular com a sua não remoção e aumentando o rendimento da operação de plantio (MURIUKI et al., 2014). Além disso, sua adoção elimina a etapa de recolhimento dos recipientes no campo e o posterior transporte para desinfecção.



**Figura 8.** Limpeza e desinfecção das bandejas e tubetes de polietileno com água quente (à esquerda), tubete de polietileno com volume de 55 cm<sup>3</sup> contendo estrias internas (ao centro) e recipientes biodegradáveis utilizados na produção de mudas clonais de *Eucalyptus* (à direita)

### 2.3 Substratos

Após inserir os recipientes nas bandejas, eles precisam ser preenchidos com substrato. Para garantir a qualidade dessa operação, deve-se promover batidas ou vibrações, a fim de acomodar o substrato nos recipientes e remover os bolsões de ar. Por fim, o substrato precisa ser umidificado antes de receber as miniestacas (Figura 9).

Os substratos utilizados na produção de mudas florestais podem ser formados por materiais orgânicos e minerais, devem ser estáveis e possuir densidade entre 100 e 400 kg m<sup>-3</sup>

<sup>3</sup>. Possuem as funções de servir de sustentação às miniestacas no processo de enraizamento, proporcionar aeração e umidade adequada às raízes e, conseqüentemente, favorecer o desenvolvimento das mudas até a expedição (SILVA et al., 2014).

Para isso, são características desejáveis aos substratos: homogeneidade dos materiais, equilíbrio entre a capacidade de retenção e drenagem da água, favorecimento do crescimento radicular, disponibilidade contínua para aquisição, ausência de patógenos ou propágulos de plantas daninhas, estabilidade do produto durante a estocagem e preço acessível.

Atualmente, há grande variedade de materiais utilizados como componentes dos substratos, desde os mais clássicos à base de vermiculita, turfa, fibra de coco, casca de arroz carbonizada (Figura 9) ou casca de *Pinus* até os mais alternativos, como o biossólido.



**Figura 9.** Preenchimento dos recipientes com substrato (à esquerda) e materiais comumente utilizados como componentes dos substratos para produção de mudas clonais de *Eucalyptus*, na ordem: vermiculita, turfa, fibra de coco e casca de arroz carbonizada (à direita)

De acordo com Silva et al. (2021), a retenção de água pela fibra de coco é alta ( $26,2 \text{ cm}^3$  tubete de  $55 \text{ cm}^{-3}$ ), enquanto pela casca de arroz carbonizada é baixa ( $8,3 \text{ cm}^3$  tube-

te de  $55 \text{ cm}^{-3}$ ), o que favorece a drenagem. Uma vez que é difícil encontrar um único material que proporcione drenagem e aeração adequadas, é desejável que se faça misturas entre eles para formação de um substrato equilibrado. Esse aspecto reforça a importância das propriedades físicas dos substratos, haja vista que, diferente das propriedades químicas, não podem ser modificadas durante a produção das mudas.

De acordo com Gonçalves e Poggiani (1996), um substrato ideal precisa apresentar entre 35 a 45% de macroporos, 45 a 55% de microporos, 75 a 85% de porosidade total e reter de 20 a 30  $\text{cm}^3$  no tubete de  $55 \text{ cm}^{-3}$ . No entanto, segundo Silva et al. (2012), valores diferentes destes mencionados também podem ser considerados adequados, dependendo dos materiais genéticos cultivados, dos tipos de recipientes, das formas de propagação, dos manejos hídricos e nutricionais e dos materiais utilizados nas composições dos substratos.

Com relação às propriedades químicas, é desejável que os substratos apresentem pH entre 5,5 a 6,5 (GONÇALVES; POGGIANI, 1996) e condutividade elétrica de até  $1,0 \text{ mS cm}^{-1}$  (GONÇALVES et al., 2000). Atualmente, especialmente nos maiores viveiros, têm se optado por utilizar substratos quase inertes em termos nutricionais, pois isso possibilita ajustar a fertilização fornecida às mudas em cada fase da produção.

Ainda em termos nutricionais, alguns viveiristas optam por fertilizar os substratos antes de inseri-los nos recipientes, operação denominada de fertilização de base. Nela, são utilizados os fertilizantes fosfatados, como termofosfatos, superfosfato simples e fosfato monoamônio, nas formas sólidas ou

líquidas, os fertilizantes de liberação controlada (19-06-10) (SILVA et al., 2014) ou a combinação dos dois.

Com relação aos substratos alternativos, o biossólido, termo utilizado para denominar o lodo de esgoto compostado, tem sido pouco utilizado em escala comercial na propagação clonal (Figura 10). Isso ocorre por diversos motivos: variação dos demais materiais utilizados na compostagem do lodo, variação do próprio lodo e a deficiência de trabalhos de extensão, nessa área, para facilitar o intercâmbio dos conhecimentos produzidos na academia com os viveiros comerciais.

Na literatura científica, diversos trabalhos atestam os benefícios que os substratos a base de biossólido produzem sobre a qualidade de mudas, especialmente na redução dos custos com fertilização mineral e nos aspectos ambientais, como redução da sobrecarga dos aterros sanitários (KRATZ et al., 2017; LOPES et al., 2018; UESUGI, et al., 2019; GABIRA et al., 2020; GABIRA et al., 2021).

Após preencher os recipientes com substrato e coletar as miniestacas, é possível realizar o estaqueamento. Nessa operação, as miniestacas precisam ser inseridas de 1,5 a 2,0 cm no substrato, em todas as células das bandejas, de forma centralizada, vertical e firme, evitando o contato do primeiro par de folhas com o substrato (Figura 10).

Na sequência, as miniestacas são borrifadas com água e, imediatamente, movidas à casa de vegetação, cuja localização deve ser o mais perto possível das bancadas de estaqueamento, para evitar a desidratação durante o transporte (Figura 10).





**Figura 10.** Biossólido (lodo de esgoto compostado com bagaço de cana de açúcar) sendo utilizado na produção de mudas clonais (à esquerda), estaqueamento das miniestacas de *Eucalyptus* nos recipientes com substrato (ao centro) e transporte das bandejas com as miniestacas de *Eucalyptus* para a casa de vegetação (à direita)

## 2.4 Casa de vegetação

A casa de vegetação é uma estrutura dos viveiros florestais que possui umidade relativa do ar controlada ( $> 85\%$ ), cuja função é promover o enraizamento das miniestacas. Nella, as miniestacas permanecem de 15 a 25 dias no verão e de 25 a 35 dias no inverno (Figura 11).



**Figura 11.** Casa de vegetação para produção de mudas clonais de *Eucalyptus*

Como critério de qualidade, a taxa média de enraizamento é considerada baixa para finalidade comercial quando se situa abaixo de 80%. Sob esse aspecto, é preciso destacar alguns fatores que interferem no enraizamento, a saber: a) genética dos materiais clonais, p. ex. *Eucalyptus dunnii* e *E. benthamii* são mais difíceis de enraizar do que o híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*; b) idade das minicepas, pois há perda de vigor com o passar dos anos; c) qualidade das miniestacas: comprimento, quantidade de área foliar e grau de lignificação inadequados; d) oscilação de temperatura: grande amplitude diária e baixas temperaturas prejudicam o enraizamento; e) doenças e pragas; f) tempo de estaqueamento após a coleta: se demorado, a miniestaca desidrata e; g) qualidade do substrato: baixa porosidade total.

Com relação ao sistema de irrigação utilizado na casa de vegetação, a finalidade é proporcionar um ambiente úmido para manter as miniestacas hidratadas, haja vista que, num primeiro momento, elas ainda não dispõem de raízes para absorção de água.

Para isso, podem ser adotadas duas opções de sistemas de irrigação: a) microaspersão de nebulização, com vazões variando de 7 a 28 L h<sup>-1</sup>, instalado em pingente com válvula antigota ou diretamente no cano e; b) combinação da nebulização com a barra automatizada, que fornece uma irrigação mais homogênea, porém com maior custo (Figura 12).



**Figura 12.** Sistemas de irrigação utilizados na casa de vegetação para produção de mudas clonais de *Eucalyptus*: microaspersão (à esquerda) e barra automatizada (à direita)

Com relação à lâmina e a frequência de irrigação, no verão são aplicados de 5 a 6 mm dia<sup>-1</sup>, enquanto, no inverno, de 3 a 4 mm dia<sup>-1</sup>, sendo o sistema acionado durante 20 segundos a cada 5 minutos, das 8 às 18 horas. Nesse aspecto, é importante acompanhar diariamente as variáveis climáticas temperatura e precipitação a fim de ajustar o manejo praticado, haja vista que o excesso de água aplicado nas folhas e no substrato pode favorecer o aparecimento de doenças.

Com relação à luminosidade e à temperatura, as casas de vegetação possuem pé direito de 3 a 4 m e são cobertas com filme agrícola difusor. Em regiões mais quentes, podem ser instaladas janelas frontais e laterais para aumentar a circulação do ar, abrindo-as gradativamente, para evitar queda brusca da temperatura, apenas nas horas mais quentes do dia (10 às 15 horas), bem como o uso de tela de alumínio termorrefletora retrátil (50%) para reduzir a temperatura no interior da casa (Figura 13).



**Figura 13.** Casa de vegetação para produção de mudas clonais de *Eucalyptus* com pé direito de 4 m, cobertas com filme agrícola difusor e presença de janelas frontais e laterais e tela de alumínio termorrefletores retrátil (50%)

Em função dessas condições, a circulação de pessoas na casa de vegetação deve ser restringida, fazendo-a apenas quando, de fato, necessária e passando por um pedilúvio na entrada com amônia quaternária. Esse fluxo de pessoas pode favorecer o aparecimento de doenças, bem como afetar as variáveis climáticas dentro da casa. Em caso de contaminação ou mesmo necessidade de limpeza da casa de vegetação, deve-se limpar o piso com máquina de alta pressão e cal virgem (5%) e as paredes, com vassoura de pelo.

Por fim, o acompanhamento do enraizamento é essencial para evitar que as mudas ultrapassem ou não atinjam o tempo ótimo de permanência na casa de vegetação. Se ultrapasarem, a competição por luz aumenta, podendo gerar doenças e estiolamento. O sucesso do enraizamento pode ser avaliado por meio da presença de raízes no fundo dos recipientes. Quando o enraizamento ocorre em cerca de 80% das

mudas, recomenda-se movê-las à casa de aclimação (Figura 14). Caso contrário, elas devem permanecer por mais tempo na casa de vegetação ou se faz uma reavaliação dos motivos que as fizeram não enraizar satisfatoriamente.



**Figura 14.** Enraizamento das miniestacas de *Eucalyptus* na casa de vegetação em bandejas planas com suporte (à esquerda) e canteiros suspensos (à direita)

## 2.5 Casa de aclimação

A casa de aclimação é uma estrutura dos viveiros florestais que tem por objetivo reduzir o choque provocado pelas variáveis climáticas nas mudas entre a casa de vegetação e a área a pleno sol. Por muitos anos, adotou-se exclusivamente o termo casa de sombra para essa estrutura devido ao uso da tela de sombreamento (50%), seja ela retrátil ou não. No entanto, os viveiros florestais de *Eucalyptus* vêm, progressivamente, substituindo a tela de sombreamento pelo conjunto filme agrícola difusor + tela de alumínio termorrefleitora retrátil, haja vista que esta última tem a capacidade de, no verão, reduzir a temperatura no interior da casa e, no inverno, colaborar para manter a temperatura, reduzindo grandes oscilações térmicas. Além disso, o filme agrícola evita a queima das mudas pelos ventos e a chegada de água em excesso em períodos chuvosos (Figura 15).



**Figura 15.** Casa de sombra para produção de mudas clonais de *Eucalyptus* com tela de sombreamento (à esquerda) e casa de aclimação com filme agrícola difusor e tela de alumínio termorrefletora retrátil (à direita)

Dessa forma, apesar de desempenhar função diferente, a casa de aclimação assemelha-se estruturalmente à casa de vegetação, permitindo maior flexibilidade na tomada de decisão do viveirista de se produzir mais mudas em uma estrutura ou em outra.

Na casa de aclimação, as mudas permanecem 5 dias no verão e 10 dias no inverno. Com relação à lâmina de irrigação, no verão são aplicados de 5 a 6 mm dia<sup>-1</sup>, enquanto, no inverno, de 3 a 4 mm dia<sup>-1</sup>. Apesar dos volumes serem idênticos aos aplicados na casa de vegetação, há diferenças importantes no manejo, a saber: a) a vazão e as gotas emitidas pelos microaspersores ou barra automatizada da casa de aclimação são maiores (105 L h<sup>-1</sup>) (Figura 16); b) a frequência de aplicação é menor, p. ex. sistema acionado durante 20 segundos a cada 15 minutos, das 8 às 18 horas, mas a quantidade de água aplicada em cada evento de irrigação é maior, em função da vazão inerente aos microaspersores ou da barra automatizada e; c) início da fertilização de crescimento das mudas, pelo método da ferti-irrigação por cobertura, atentando-se para a condutividade elétrica da solução nutritiva não

ultrapassar  $2,0 \text{ mS cm}^{-1}$ , caso não haja lavagem posterior das folhas.



**Figura 16.** Sistemas de irrigação utilizados na casa de aclimação para produção de mudas clonais de *Eucalyptus*: microaspersão (à esquerda) e barra automatizada (à direita)

De acordo com Higashi e Silveira (2006), as concentrações dos nutrientes ( $\text{mg L}^{-1}$ ) aplicados diariamente devem estar entre as faixas preconizadas, a saber: N (100 a 200), P (15 a 30), K (100 a 200), Ca (100 a 200), Mg (25 a 50), S (35 a 65), B (0,3 a 0,6), Cu (0,03 a 0,06), Fe (3,0 a 7,0), Mn (0,3 a 0,8), Mo (0,01 a 0,02) e Zn (0,05 a 0,1).

Por fim, deve-se atentar para que as mudas não permaneçam na casa de aclimação por tempo superior ao já mencionado, haja vista que, com o maior desenvolvimento, elas passam a competir pelo mesmo espaço na busca por luz e sofrem com o estiolamento, tombando sua parte aérea. Finalizando a passagem por essa estrutura, as mudas tornam-se aptas para serem movidas à área a pleno sol.

## 2.6 Área a pleno sol

A área a pleno sol é o local do viveiro onde as mudas completarão seu ciclo produtivo, a fim de serem expedidas para o plantio no campo. Com relação à estrutura, dependen-

do do nível tecnológico do viveiro, as bandejas vindas da casa de aclimação podem ser colocadas: a) diretamente no chão (bandejas do tipo caixa), método com baixo custo, porém com maior probabilidade do aparecimento de doenças, plantas daninhas, raízes fixadas ao chão e problemas ergonômicos aos trabalhadores; b) em canteiros suspensos com telas, método com custo mediano, porém as telas apresentam problemas de durabilidade e maior necessidade de mão de obra para manuseio das mudas; c) em canteiros suspensos com arames, método com custo mediano e estrutura que pode acomodar bandejas do tipo plana e caixa e; d) em canteiros suspensos com cantoneiras, método com custo mais elevado e bom arejamento, mas que só pode acomodar bandejas do tipo plana (Figura 17).



**Figura 17.** Posicionamento das bandejas com as mudas clonais de *Eucalyptus* na área a pleno sol: bandejas do tipo caixa diretamente no chão (superior à esquerda), canteiros suspensos com telas (superior à direita), canteiros suspensos com arames (inferior à esquerda) e canteiros suspensos com cantoneiras (inferior à direita)



Para evitar problemas ergonômicos aos trabalhadores, os canteiros não podem ser muito altos, nem muito baixos, recomendando-se 90 cm de altura, com declive de 1% e pedregulho em todo o piso para facilitar a drenagem. A durabilidade dos materiais utilizados na construção dos canteiros varia conforme o tipo empregado, a saber: cimento > madeiras com tratamento > madeiras sem tratamento > telas.

Antes de iniciar os manejos hídricos e nutricionais na área a pleno sol, deve-se aumentar o espaçamento das mudas nas bandejas, que até então estavam com todas as células ocupadas. Os valores de ocupação comumente adotados nessa operação são de 17 a 25%, isto é, uma muda presente a cada 6 ou 4 células da bandeja (Figura 18).



**Figura 18.** Aumento do espaçamento entre as mudas clonais de *Eucalyptus* na área a pleno sol, resultando em 25% de ocupação das bandejas

Do ponto de vista da qualidade das mudas, essa operação é vantajosa, uma vez que o maior espaçamento proporciona: maior lignificação do caule, maior diâmetro do colo, menor quantidade de ramos laterais, área foliar não excessiva, maior arejamento, maior chegada da irrigação e solução nutritiva ao substrato e menor incidência de problemas fitossanitários.

Por outro lado, com as mudas mais espaçadas nas bandejas, faz-se necessário planejar a ampliação dessa área no viveiro, bem como a maior utilização de insumos, como bandejas, água e fertilizantes.

Após promover o espaçamento, é importante destacar que as mudas passarão por duas fases na área a pleno sol: a) fase de crescimento e; b) fase de rustificação.

Na fase de crescimento, durante aproximadamente 30 dias, são fornecidos, via fertilização por cobertura, todos os nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento da parte radicular e aérea das mudas, destacando-se o alto teor de nitrogênio.

De acordo com Higashi e Silveira (2006), as concentrações dos nutrientes ( $\text{mg L}^{-1}$ ) aplicados semanalmente devem estar entre as faixas preconizadas, a saber: N (500 a 1500), P (150 a 300), K (400 a 800), Ca (300 a 500), Mg (80 a 200), S (100 a 250), B (0,3 a 0,6), Cu (0,03 a 0,06), Fe (3,0 a 7,0), Mn (0,3 a 0,8), Mo (0,01 a 0,02) e Zn (0,05 a 0,1). A solução nutritiva diária aplicada deve apresentar condutividade elétrica de até  $2,0 \text{ mS cm}^{-1}$ , caso não haja lavagem posterior das folhas.

Por outro lado, na fase de rustificação, durante aproximadamente 15 dias, o objetivo é tornar a muda mais resistente às condições que serão encontradas no campo. Para isso, não se aplica ou reduz-se significativamente a concentração do nitrogênio e aumenta-se a de potássio, a fim de que mudas desenvolvam raízes mais espessas e caule mais lignificado.

De acordo com Higashi e Silveira (2006), as concentrações dos nutrientes ( $\text{mg L}^{-1}$ ) aplicadas semanalmente devem estar entre as faixas preconizadas, a saber: N (0 a 100), P (100 a 300), K (500 a 1000), Ca (300 a 500), Mg (80 a 200), S (50 a 100), B (0,3 a 0,6), Cu (0,03 a 0,06), Fe (3,0 a 7,0), Mn (0,3 a 0,8), Mo (0,01 a 0,02) e Zn (0,05 a 0,1).

Nas fases de crescimento e rustificação, é necessário que a irrigação atinja constantemente o substrato e molhe todo o torrão. Quando a irrigação é insuficiente, apenas os primeiros centímetros do substrato são molhados, o que prejudica o desenvolvimento da muda (WARREN; BILDERBACK, 2005). Por outro lado, quando a irrigação é excessiva, há alto volume de solução lixiviada pelo fundo do tubete, desperdiçando os nutrientes aplicados e podendo causar problemas ambientais (SILVA et al., 2020; DELGADO et al., 2022).

Sendo assim, no verão os sistemas de microaspersão ou barra automatizada (Figura 19) aplicam lâminas de irrigação que variam de 12 a 15  $\text{mm dia}^{-1}$ , parceladas em duas vezes, enquanto que, no inverno, esses valores decaem para 7 a 11  $\text{mm dia}^{-1}$ , parceladas em duas vezes.



**Figura 19.** Sistemas de irrigação utilizados na área a pleno sol nas fases de crescimento e rustificação das mudas clonais de *Eucalyptus*: microaspersão (à esquerda) e barra automatizada (à direita)

Apesar desses valores citados, muitos viveiristas, por diversos motivos, aplicam mais água às mudas do que realmente é necessário, podendo esse valor atingir 20 mm, ou seja, 20 L em apenas 1 m<sup>2</sup>. A preocupação com o desperdício da água tem motivado a realização de pesquisas na área florestal (INCROCCI et al., 2014; DAVIES et al. 2016; FULLCHER et al., 2016), levantando-se, inclusive, questionamentos sobre a necessidade de adoção de outros sistemas de irrigação diferentes da microaspersão, que é o mais utilizado pelos viveiros florestais brasileiros (AUGUSTO et al., 2007).

Com o somatório dos períodos em que as mudas clonais de *Eucalyptus* devem permanecer na casa de vegetação, aclimação e área a pleno sol, depreende-se que o momento ideal para expedi-las ao campo ocorre entre 75 a 90 dias, sendo que, após esse período, há progressiva diminuição na qualidade caso elas permaneçam no viveiro.

### **3. Qualidade e expedição de mudas clonais de *Eucalyptus***

A qualidade das mudas é um conceito amplo, que pode variar em função da espécie, do local de plantio e do objetivo silvicultural pretendido.

No entanto, apesar dessas variações, os objetivos finais perseguidos são os mesmos: a) fazer com que a mortalidade das mudas seja zerada ou muito reduzida e; b) fazer com que as mudas se estabeleçam e se desenvolvam rapidamente após o plantio no campo, reduzindo o efeito conhecido como “choque de plantio”, isto é, o tempo demandado para as raízes se expandirem pelo solo, aumentando a absorção de água e nutrientes (LUIS et al., 2009; GROSSNICKLE. MacDONALD; 2018; RIIKONEN; LUORANEN, 2018).

A qualidade das mudas pode ser avaliada em função do crescimento (aspectos fenotípicos), da fisiologia e da nutrição. Nesta seção, em sintonia com as práticas comumente adotadas pelos viveiros comerciais e por não requererem equipamentos caros, são enfatizadas as avaliações não destrutivas de qualidade relacionadas ao fenótipo das mudas. Além disso, essas avaliações são reconhecidamente práticas e boas preditoras do desempenho em campo, especialmente quando os aspectos de qualidade são analisados conjuntamente.

Dessa forma, do ponto de vista da qualidade fenotípica, é recomendável que as mudas clonais de *Eucalyptus* estejam, ao final do ciclo de produção no viveiro: a) saudáveis, sem pragas e doenças; b) com altura da parte aérea entre 20,0 e 35,0 cm, medida com régua milimetrada (GOMES et al., 2003); c) diâmetro do colo de, no mínimo, 2,50 mm, medido com paquímetro digital (LOPES, 2004); d) apresentando proporção entre a altura da parte aérea e o comprimento do sistema radicular de 2 a 3:1; e) com, no mínimo, 3 pares de folhas; f) sem bifurcações ou grandes tortuosidades (Figura 20); g) rustificadas, com maior rigidez na região do colo e; h) com sistemas radiculares bem estruturados, formando um torrão firme, e presença de raízes brancas a amareladas (SILVA et al., 2020) (Figura 21).



**Figura 20.** Mudas clonais de *Eucalyptus* com qualidade quanto à altura da parte aérea (à esquerda), ao diâmetro do colo (ao centro) e sadias, com proporção entre a altura da parte aérea e o comprimento do sistema radicular de 2 a 3:1, com mais de três pares de folhas e sem bifurcações (à direita)



**Figura 21.** Muda clonal de *Eucalyptus* rusticada, com maior rigidez na região do colo (à esquerda) e escala de qualidade dos sistemas radiculares, sendo a última imagem o padrão almejado para as mudas clonais de *Eucalyptus*: raízes bem estruturadas, formando um torrão firme, e presença de raízes brancas e amareladas (à direita)

Com a utilização de mudas de maior qualidade e o emprego de técnicas silviculturais corretas antes e após o plantio, o replantio pode não ser necessário, já que é uma operação cara e indesejada (GIRONA et al., 2018).

Além disso, o crescimento mais rápido nos primeiros meses após o plantio pode implicar em menos custos com tratamentos culturais como, por exemplo, o controle de plantas daninhas (SILVA et al, 2020), e em maior eficiência no plantio. Groosnickle e MacDonald (2018) relataram que, em 70% dos estudos avaliados por eles, houve correlação positiva entre a altura inicial da muda e o seu crescimento subsequente no campo. Wendling et al. (2007) também encontraram correlação positiva entre a qualidade do sistema radicular e a facilidade de retirada das mudas dos tubetes de polietileno, melhorando a eficiência da operação de plantio.

A expedição das mudas para o campo é comumente realizada de duas formas: a) em caixas plásticas ou de madeira ou; b) enroladas umas às outras, sem o tubete, envoltas em filme plástico, assemelhando-se a um “rocambole”.

Para evitar o ressecamento, o sistema radicular dessas mudas precisa ser umidificado. É comum que as mudas expedidas em caixas ou em “rocambóles” sejam acomodadas em veículos que as protejam da exposição ao calor e ao vento, p. ex. caminhões baú ou camionetes. Além disso, dependendo da distância até o campo, pode ser necessário umidificá-las durante o trajeto (Figura 22).



**Figura 22.** Expedição de mudas clonais de *Eucalyptus* em caixas plásticas (à esquerda), em “rocamboles” (ao centro) e transportadas ao campo em caminhão baú (à direita)

Por fim, é preciso fazer uma observação importante entre a qualidade da muda que é expedida pelo viveiro e o seu desempenho inicial no campo. Após a expedição de um lote de mudas com qualidade, se as condições de transporte até o campo e as técnicas silviculturais forem incorretas ou, ainda, se ocorrerem variações climáticas inesperadas, essa qualidade vai sendo reduzida, podendo afetar negativamente a sobrevivência e o desempenho inicial dessas mudas no campo. Nesses casos, a responsabilidade pela qualidade das mudas independe dos manejos realizados no viveiro.

## Referências

AUGUSTO, D.C.C.; GUERRINI, I.A.; ENGEL, V.L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. **Árvore**, v. 31, n. 4, p. 745-751, 2007.

CORREIA, A.C.G.; XAVIER, A.; DIAS, P.C.; TITON, M.; SANTANA, R.C. Redução foliar em miniestacas e microestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 295-304, 2015.



DAVIES, M.J.; HARRISON-MURRAY, R.; ATKINSON, C.J.; GRANT, O.M. Application of deficit irrigation to container-grown hardy ornamental nursery stock via overhead irrigation compared to drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 63, p. 244-254, 2016.

DELGADO, L.G.M.; SILVA, R.B.G.; GABIRA, M.M.; RODRIGUES, A.L.; SIMÕES, D.; ALMEIDA, L.F.R.; SILVA, M.R. Mean leaf angles affect irrigation efficiency and physiological responses of tropical species seedling. **Forests**, v. 13, n. 6, p. 832, 2022.

FULCHER, M.; LEBUDE, A.V.; OWEN JR., J.S. WHITE, S.A.; BEESON, R.C. The next ten years: strategic vision of water resources for nursery producers. **HortTechnology**, v. 26, n. 2, p. 121-132, 2016.

FAO (Food and Agriculture Organization). **Global forest resources assessment FRA 2020: terms and definitions**. 2018. 26 p.

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, p.113-127, 2003.

GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, 1996, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: USP ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM**, 1996. CD Rom.

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

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de *Eucalyptus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p.192-217, 2000.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.A. Fertirrigação em viveiros de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: BOARETTO, A.E.; VILLAS BOAS, R.L.; SOUZA, V.F.; PARRA, I.R.V. (Eds.). **Fertirrigação: teoria e prática**. Piracicaba, p. 677-725, 2006.

IBÁ (Instituto Brasileiro de Árvores). **Relatório Anual Indústria Brasileira de Árvores**. 2021. 177 p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Boletim Serviço Nacional de Informações Florestais**. 2021. 66 p.

GABIRA, M.M.; SILVA, R.B.G.; MATEUS, C.M.D.; VILLAS BOAS, R.L.; SILVA, M.R. Effects of water management and composted sewage sludge substrates on the growth and quality of clonal *Eucalyptus* seedlings. **Floresta**, v. 50, p. 1307-1314, 2020.

GABIRA, M.M.; SILVA, R.B.G.; BORTOLHEIRO, F.P.A.P.; MATEUS, C.M.D.; VILLAS BOAS, R.L.; ROSSI, S.; GIRONA, M.M.; SILVA, M.R. Composted sewage sludge as an alternative substrate for forest seedlings production. **IForest - Biogeosciences and Forestry**, v. 14, p. 569-575, 2021.

GIRONA, M.N.; LUSSIER, J.M.; MORIN, H.; THIFFAULT, N. Conifer regeneration after experimental shelterwood and seed-tree treatments in boreal forests: finding silvicultural alternatives. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1145, 2018.

GROSSNICKLE, S.C.; MacDONALD, J.E. Why seedlings grow: influence of plant attributes. **New Forests**, v. 49, p. 1-34, 2018.

INCROCCI, G.; VITA, A.D.; BALENDONCK, J.; BIBBIANI, C.; SPAGNOL, S.; PARDOSSI, A. Substrate water status and evapotranspiration irrigation scheduling in heterogeneous container nursery crops. **Agricultural Water Management**, v. 131, p. 30-40, 2014.

KRATZ, D.; NOGUEIRA, A.C.; WENDLING, I.; ELIAS, J.E.M. Physic-chemical properties and substrate formulation for *Eucalyptus* seedlings production. **Scientia Forestalis**, v. 45, p. 63-76, 2017.

LOPES, J.L.W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP / Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2004.

LOPES, M.C.; MATEUS, C.M.D.; ALVES, D.A.S.; TAVARES, A.R.; SANCHES, L.V.C.; VILLAS BOAS, R.L. Sewage sludge compost as a substrate for croton seedlings production. **Ornamental Horticulture**, v. 24, p. 380-386, 2018.

LUIS, V.C.; PUÉRTOLAS, J.; CLIMENT, J.; PETERS, J.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, Á.M.; MORALES, D.; JIMÉNEZ, M.S. Nursery fertilization enhances survival and physiological status in Canary Island pine (*Pinus canariensis*) seedlings planted in a semiarid environment. **European Journal of Forest Research**, v. 128, p. 221-229, 2009.

MURIUKI, J.K.; KURIA, A.W.; MUTHURI, C.W.; MUKURALINDA, A.; SIMONS, A.J.; JAMNADASS, R.H. Testing biodegradable seedling containers as an alternative for polythene tubes in tropical small-scale tree nurseries. **Small-scale Forestry**, v. 13, p. 127-142, 2014.

RIIKONEN, J.; LUORANEN, J. Seedling production and the field performance of seedlings. **Forests**, v. 9, p. 740, 2018.

SANTANA, R.C.; DUTRA, T.R.; CARVALHO NETO, J.P.; NOGUEIRA, G.S.; GRAZZIOTTI, P.H.; BARROS FILHO, N.F. Influence of leaf area reduction on clonal production of *Eucalyptus* seedlings. **Cerne**, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2010.

SILVA, R.B.G.; SIMÕES, D.; SILVA, M.R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.297-302, 2012.

SILVA, R.B.G.; SILVA, M.R.; SIMÕES, D. Substrates and controlled-release fertilizations on the quality of *Eucalyptus* cuttings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1124-1129, 2014.

SILVA, R.B.G.; GABIRA, M.M.; PRADO, D.Z.; UESUGI, G.; SIMÕES, D.; SILVA, M.R. Influence of mean leaf angles and irrigation volumes on water capture, leaching, and growth of tropical tree seedlings. **Forests**, v. 11, n. 11, p. 1198, 2020.

SILVA, R.B.G.; SILVA, M.R.; SSIMÕES, D.; MACIEL, J.L.M.; PRADO, D.Z.; COSTA, J.R.S. Efeito das propriedades físicas dos substratos na qualidade de mudas clonais de Eucalipto. In: OLIVEIRA, R.J. (Org.). **Silvicultura e manejo florestal: Técnicas de utilização e conservação da natureza**. 1. ed. Guarujá-SP: Científica Digital, v. 2, p. 91-104, 2021.

SIMÕES, D.; GIL, J.F.S.; SILVA, R.B.G.; MUNIS, R.A.; SILVA, M.R. Stochastic economic analysis of investment projects in forest restoration involving containerized tree seedlings in Brazil. **Forests**, v. 12, n. 10, p. 1381, 2021.

UESUGI, G.; SIMÕES, D.; MORAES, C.B.; SILVA, M.R. Economic and financial analysis of tree seedling production using composted biosolids substrate. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, 2019.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal: Princípios e técnicas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2021. 275 p.

WARREN, S.L.; BILDERBACK, T.E. More plant per gallon: Getting more out of your water. **Horttechnology**, v. 15, p. 14-18, 2005.

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

# TRATOS CULTURAIS NA CULTURA DO EUCALIPTO

Antonio Bestana Neto<sup>11</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O Eucalipto é a árvore com maior disponibilidade de indicações e orientações técnicas para cultivo no estado de São Paulo. A produtividade depende de diversos fatores durante o ciclo da cultura, dentre os quais se destacam o local de plantio, os **tratos culturais** e os insumos.

A partir do eucalipto pode-se produzir biomassa para energia, madeira para uso único ou múltiplo, além do uso na recuperação de solos e na recomposição de áreas de reserva legal através de sistemas agroflorestais.

Essas e outras possibilidades de cultivo influenciam a escolha de cultivares de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.). Quanto aos aspectos técnicos, o produtor deve analisar vários fatores importantes antes de decidir implantar a lavoura de eucalipto. Dentre eles, podemos citar: características edafoclimáticas, tamanho da área, sistema de cultivo, finalidade de uso e sistema de colheita.

A região de Barra Bonita está passando por uma mudança importante na diversificação de atividades agrícolas e o eucalipto está como uma boa opção para os produtores rurais.

---

<sup>11</sup> Engenheiro Agrônomo, Engenheiro Segurança do Trabalho, Perito Judicial, Esp., docente das Faculdades Gran Tietê e Galileu, [neto@abnpaisagismo.com.br](mailto:neto@abnpaisagismo.com.br)

A expansão do plantio de eucalipto em áreas de pastagens degradadas e/ou abandonadas, áreas de cultivo, manejo ecológico e outras questões fazem com que os agricultores procurem informações estratégicas principalmente quanto à implantação e tratos culturais. Em relação aos tratos culturais, podemos destacar o controle de plantas daninhas, importante no desenvolvimento inicial da cultura, principalmente pela competição com nutrientes no solo, o controle de formigas, a desrama e o desbaste, pela importância da formação de fuste único e facilidade na operação de colheita. A presença de plantas daninhas aumenta o custo dessas operações e, por isso, algumas empresas florestais optam por manter os plantios no limpo durante toda a rotação florestal. As perdas variáveis em função de fatores edafoclimáticos reduzem a competição em até 80% aos 3 anos, com redução na altura de 50% e no diâmetro, de 35%, em termos médios (GARAU et al., 2009).

## **2. TRATOS CULTURAIS**

Os tratos culturais são as práticas necessárias para favorecer o desenvolvimento das árvores e o máximo rendimento de madeira, principalmente em sistemas de plantio que visam a produção de madeira para serraria.

As principais práticas silviculturais são: adubação; controle de pragas; controle de plantas daninhas, desrama e desbaste das árvores. Essas práticas exigem do produtor rural muita atenção, pois acabam interferindo diretamente na produção. O período inicial, no pós-plantio, é o período mais crítico, quando as árvores estão em fase de muda.



Os plantios destinados à serraria geralmente requerem maiores cuidados no manejo, pois estão relacionados à obtenção de árvores de maior diâmetro e melhor qualidade de madeira, sendo necessários maiores cuidados com a execução da desrama e do desbaste. Por outro lado, plantios de árvores destinadas à obtenção de lenha e carvão utilizam espaçamentos mais adensados, sem a necessidade de desbastes, e uma adubação diferenciada para o rápido crescimento da árvore e acúmulo de biomassa.

### **2.1. Desbastes**

Os desbastes consistem em colheitas antecipadas e parciais das árvores, a fim de diminuir a população original e o número de árvores por área. Esta prática favorece a entrada de maior luminosidade e aumenta a disponibilidade de água e nutrientes, favorecendo o crescimento das árvores. O desbaste em eucalipto com diferentes idades é uma alternativa, pois possibilita maior espaçamento para o crescimento das árvores remanescentes. Além disso, a madeira extraída proporciona uma renda extra antes do término do ciclo, quando se realiza o corte raso ou corte final. Outra vantagem do desbaste, além do retorno econômico antecipado para o produtor, é que a prática se torna uma alternativa interessante também para plantios em pequenas áreas e com usos múltiplos da madeira.

Existem vários tipos de desbaste e combinações que devem ser estabelecidos para cada plantio e finalidade da madeira, sendo necessária a busca por profissionais habilitados para obter uma recomendação técnica mais detalhada para cada caso. Os principais sistemas de desbaste que podem ser aplicados às áreas de plantio são o desbaste seletivo, o desbaste sistemático e o desbaste misto.

A seguir vamos descrever as operações de cada sistema, bem como elencar as vantagens:

### **2.1.1. Desbaste seletivo**

O desbaste seletivo é a operação de retirada de árvores com menor desenvolvimento, que podem ser as que sofreram ataques de pragas ou doenças, as com menor diâmetro e as menores em altura, de forma a manter na área as árvores com maior potencial de crescimento e rendimento de madeira a longo prazo. Pode-se, por exemplo, a cada 10 plantas em linha, efetuar o corte de 3 árvores que apresentem um menor desenvolvimento, deixando a área mais uniforme e sempre tomando-se o cuidado para não formar clareiras. Tanto o diâmetro quanto a altura podem ser usados como variáveis na escolha das árvores a serem removidas. Nessa operação, retirar-se: árvores com menor desenvolvimento, árvores atacadas por pragas ou doenças e árvores com menor diâmetro e altura.

Na Figura 1, podemos observar um exemplo de desbaste seletivo em plantios de eucalipto, com a retirada de 30% das árvores, tornando a área mais uniforme.



**Figura 1.** Desbaste seletivo em plantios de eucalipto.

### **2.1.2. Desbaste sistemático**

O desbaste sistemático consiste em retirar as árvores de forma ordenada ou de acordo com um espaçamento pré-estabelecido. Por exemplo, pode-se optar por retirar uma árvore a cada três plantas na mesma linha. Ou, então, remover uma fileira inteira de árvores, intercalada com outras que permanecem intactas. Essa operação favorece a entrada de luz nos talhões, favorecendo as árvores remanescentes.

### **2.1.3. Desbaste misto**

O desbaste misto consiste em aplicar os dois métodos na mesma área e em fases diferentes. Primeiro executa-se desbaste sistemático e, em seguida, o seletivo. O objetivo

principal é manter as plantas com maior potencial de crescimento e com maior desenvolvimento.

A operação de desbaste é recomendada para florestas voltadas à produção de madeira para serrarias, pois seu resultado é a obtenção de árvores com maior diâmetro.

#### **2.1.4. Orientações técnicas importantes sobre o desbaste**

No processo de desbaste deve-se promover um bom aproveitamento dos espaços disponíveis no estande das plantas, evitando-se a formação de desníveis. Nesse caso, eventualmente, as árvores menores e com potencial de crescimento devem ser mantidas no povoamento. Na realização do desbaste, deve-se decidir o corte em função da idade da árvore, o tipo e a intensidade do desbaste para que se possa atingir os objetivos desejados para a produção e a maximização da rentabilidade econômica.

O manejo mais adequado por meio do desbaste deve obedecer a alguns fatores importantes, como:

- a) propriedade rural e/ou terra de plantio (solo, clima);
- b) material genético plantado;
- c) espaçamento de plantio;
- d) densidade de plantio; e
- e) finalidade da produção.

Quando um desses fatores muda, o sistema de gestão também deve ser alterado. Dentre essas condições devemos analisar, além da produção agrícola e a existência de mercado, também o planejamento ideal para se realizar o

desbaste, observando sempre a taxa de crescimento da floresta e a competição entre as plantas por água, nutrientes e luminosidade.

## **2.2. Desrama**

A poda dos galhos ou desrama é uma operação realizada até uma certa altura do tronco, cuja principal função é eliminar a formação de nós e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da madeira. A madeira sem nós, por possuir qualidade superior, é mais valorizada pelas serrarias. Em plantios solteiros, o momento correto para iniciar a poda é quando as copas das árvores começam a se tocar, ou seja, no fechamento da copa ou dossel, fase em que começa a competição entre as plantas por luminosidade. Outro critério para iniciar a poda, utilizado em sistemas silvipastoris, é quando mais de 60% das árvores atingem 6 cm de DAP (diâmetro à altura do peito – 1,30 m), realizando-se a poda deste ponto para baixo. A poda não deve ser realizada antes que a árvore atinja este diâmetro mínimo, pois pode retardar o crescimento da árvore no sistema silvipastoril, devido à diminuição do volume da copa (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009).

### **2.2.1. Intensidade da poda**

A intensidade da poda não deve ultrapassar 60% da manutenção do dossel para não comprometer o crescimento das plantas e manter a área foliar adequada para a fotossíntese, garantindo-se a captação de luz e favorecendo-se o crescimento das árvores. A altura da poda dependerá da altura da tora que se pretende vender nas serrarias. Uma madeira de qualidade, favorável às condições de mercado,

influenciará o preço final pago ao produtor. A poda pode ser feita anualmente ou semestralmente, mas deve ser bem planejada, pois demanda mão-de-obra e custos. Todo este processo é realizado com ferramentas adequadas e trabalhadores com os equipamentos de proteção individual e coletivo necessários.

### **3. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

A competição das árvores com as plantas daninhas reduz com a idade do plantio, o seu conseqüente crescimento, sombreamento e a formação de raízes mais profundas. Para definir até quando o controle deve ser realizado, são feitos estudos de competição para definição do período em que as árvores devem ser protegidas da interferência das plantas daninhas. A competição geralmente se inicia entre 14 e 28 dias após o plantio (TOLEDO et al., 2000; ADAMS et al., 2003). Já o período final de controle é mais variável, estendendo-se de 12 a 18 meses (ADAMS et al., 2003). A partir dessa idade, a necessidade de controle diminui muito, embora em casos de alta infestação, sobretudo com gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, ainda se justifiquem práticas de manejo.

Através dessas informações, o produtor rural já pode definir quando iniciar e diminuir o controle, facilitando o planejamento de todas as atividades com boa eficiência econômica.

Existem vários métodos de manejo de plantas daninhas que serão apresentados a seguir.

### 3.1. Controle cultural

#### a) Preventivo

Essa é uma forma econômica de diminuir o impacto inicial das plantas daninhas na lavoura e que muito ajuda o agricultor. Consiste em efetuar sempre a limpeza de equipamentos utilizados em áreas infestadas e aquisição de mudas livres de plantas daninhas. No caso do eucalipto, a braquiária é muito competitiva, especialmente em áreas de pastagem degradada. Em áreas anteriormente cultivadas com culturas anuais, destacam-se as plantas dos gêneros *Bidens* (picão-preto), *Eleusine* (capim pé-de-galinha) e *Euphorbia* (leiteira, amendoim-bravo), consideradas os problemas mais comuns. Esse método preventivo é importante em áreas de plantio ou reforma que não contenham sementeiras de espécies altamente competitivas.

#### b) Consórcio com lavouras anuais

É uma prática importante, pois consiste em cultivar lavouras anuais nas entrelinhas do eucalipto, principalmente em seus estágios iniciais de crescimento, observando as condições de sombreamento até o segundo ano do eucalipto. Em reflorestamentos únicos ou em áreas de ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta), consorciando com culturas anuais como milho, feijão, adubação verde ou espécies forrageiras, observamos bons resultados, pois essas culturas geram receitas e contribuem com o controle de plantas daninhas.

#### c) Pastejo

Considerado um dos métodos mais antigos de controle de plantas daninhas, o pastejo é interessante principalmente

em áreas de pastagem degradada onde existe banco de sementes e, portanto, de controle mais difícil e oneroso com métodos químicos. Neste caso, o sistema silvipastoril é uma alternativa viável de aproveitamento para se manter o controle das plantas invasoras.

### **3.2. Controle físico**

#### **a) Arranquio manual**

Utilizado em pequenos plantios, com carpa nas linhas de plantio ou como complemento do coroamento. Também pode ser utilizada a capina química para melhorar a eficiência de controle. A operação de arranquio tem melhor eficiência em plantas daninhas anuais que se multiplicam por sementes do que em espécies que se reproduzem por partes vegetativas, como estolão e rizomas.

#### **b) Coroamento e capina**

O coroamento é uma das principais formas de controle de plantas daninhas em áreas de reflorestamento. Trata-se da carpa manual ou química realizada alguns dias antes ou logo após o plantio, eliminando-se as invasoras ao redor das mudas recém-plantadas e diminuindo-se, assim, a mato-competição. Deve-se manter um raio de 0,70 cm ao redor da muda e a continuidade da operação deve ser realizada de acordo com a ressurgência do mato infestante. Estudos mostraram que as mudas devem estar livres de daninhas por até mais ou menos um ano.

A capina é realizada antes de outras práticas de manejo, como poda e adubação, e facilita o trânsito entre as árvores. Em reflorestamentos mais antigos, a capina permite



selecionar as espécies que se deseja manter nos povoamentos, principalmente as árvores nativas que são naturalmente regeneradas e que irão auxiliar na conservação da água, do solo e no controle dos inimigos naturais das pragas do eucalipto. Além disso, a capina favorece o combate às formigas e reduz o risco de incêndios nas plantações. Pode ser realizada manualmente, com enxadas ou roçadeiras costais a gasolina, ou mecanicamente, com enxadas rotativas ou cultivadores tracionados por trator. A capina manual é usada em encostas íngremes, onde há restrições do uso de trator. No entanto, mesmo em locais onde o acesso de máquinas é permitido, a capina manual é necessária nas linhas de plantio.

**Figuras 2 e 3** – Coroamento.



Fonte: Antonio Bestana Neto, 2017.

### c) **Mulching**

Consiste em recobrir a superfície do solo com uma camada de determinado material orgânico, com o objetivo de se realizar o controle natural de plantas daninhas, bloqueando a

passagem da luz e inibindo a germinação de sementeiras. Além do efeito de controle de ervas daninhas, a cobertura morta ajuda a conservar a umidade local, reduzindo a evaporação do solo. Possui ainda efeito complementar à capina ou aplicação de herbicidas não residuais (por exemplo, glifosato). Portanto, essa técnica pode ser utilizada após o coroamento, garantindo o controle da vegetação por mais tempo. A duração do efeito dependerá da decomposição do material utilizado. A espessura da camada necessária para o controle eficaz de plantas daninhas deve estar entre 5 e 10 cm. Camadas muito finas podem permitir que as sementes de plantas daninhas germinem e se desenvolvam. Os materiais orgânicos mais comuns são serragem, casca de árvore ou arroz, palha e outros resíduos vegetais disponíveis na propriedade.

#### **d) Roçada**

O objetivo é controlar as plantas sem eliminá-las, mantendo-se a cobertura do solo. A roçada é utilizada principalmente nas entrelinhas das plantações florestais, a cada 3 ou 4 meses no primeiro ano. No entanto, o corte transversal nas entrelinhas em ambas as direções é prática comum nos reflorestamentos de eucalipto. A roçada reduz a quantidade de plantas daninhas próximas às mudas e favorece o coroamento com capinas manuais ou herbicidas. Em áreas muito íngremes, essa prática pode ser limitada, devido a questões de segurança e conservação do solo. Em plantios com mais de 2 anos, a roçada deve ser realizada nas entrelinhas quando necessário, como em épocas de poda, desbaste ou outras práticas de manejo do eucalipto.

**Figura 4** – Roçada

Fonte: Antonio Bestana Neto, 2018.

### **e) Aração, gradagem e subsolagem**

A aração e a gradagem são práticas utilizadas no preparo do solo em área total e antes do plantio e possuem o objetivo de eliminar plantas daninhas e efetuar o revolvimento do solo. Por serem operações mais onerosas, acabaram sendo substituídas por práticas de cultivo mínimo, como a subsolagem nas linhas de plantio. Alguns subsoladores utilizados para plantios florestais estão sendo fabricados com dois discos de arado fixados na haste. Esses discos mobilizam o solo e controlam as plantas daninhas na linha de plantio. A operação de subsolagem rompe as camadas mais profundas, quebrando a compactação do solo, favorecendo o estabelecimento adequado das mudas e o desenvolvimento de raízes mais profundas. Para complementar o efeito de controle, pode-se aplicar herbicida na linha de plantio ou realizar a capina manual.

### **3.3. Controle químico**

O controle químico de plantas daninhas é realizado através do uso de herbicidas, que inibem as funções metabólicas vitais das plantas. Possuem alta eficiência e são amplamente utilizados em grandes áreas. Sua aplicação pode ser feita por pulverizadores costais, tração humana e por equipamentos semimecanizados, mecanizados ou autopropelidos. Os herbicidas utilizados nas áreas plantadas devem ser aplicados conforme as orientações de profissional habilitado e seguindo-se as recomendações elencadas no receituário agrônomo em relação ao princípio ativo, dosagem e medidas de segurança para que todas as etapas sejam realizadas sem danos à cultura e ao meio ambiente.

#### **3.3.1. Equipamentos de Aplicação**

Para plantios de eucalipto e de outras espécies florestais, existem diversos equipamentos que permitem a aplicação dos produtos nas linhas e entrelinhas, sem comprometer as mudas ou árvores jovens. Este método é conhecido como jato dirigido e é executado através de equipamentos adaptados com mecanismos que direcionam a aplicação, evitando a derivação e a formação de névoas que podem atingir as árvores plantadas. Em aplicações de área total no período de pré-plantio, são utilizadas barras aspersoras comuns.

##### **a) Pulverizadores costais com proteção antideriva**

Geralmente são equipamentos com bico de aplicação, pressurizados ou motorizados. A proteção antideriva é fornecida por um capuz fixado à barra de aplicação, chamado de chapéu de napoleão. Existem ainda modelos que aplicam o herbicida sistêmico puro, com baixíssimo volume de aplicação e permitem que a coroa química seja realizada sem atingir o colo das mudas.

**Figuras 5 e 6** – Aplicação pulverizador costal e vestimentas de segurança.

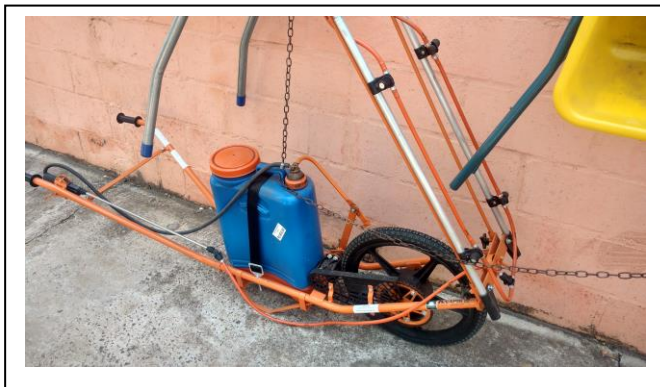


Fonte: Antonio Bestana Neto, 2018.

### **b) Pulverizadores movidos a tração humana**

São equipamentos com rodas e estruturas leves e que possuem duas ou mais pontas de aplicação. Adaptados para pequenas áreas, apresentam baixa autonomia e permitem aplicação somente nas entrelinhas de plantio.

**Figura 7** – Pulverizador tracionado.



Fonte: Antonio Bestana Neto, 2016.

### c) Pulverizadores semimecanizados

São pulverizadores convencionais com mangueiras acopladas à barra de aplicação. As mangueiras são manuseadas por operadores, enquanto um tratorista controla a velocidade do implemento. Permite mais eficiência na aplicação dirigida na linha de plantio.

**Figura 8** – Capina química.



Fonte: Antonio Bestana Neto, 2016.

### d) Pulverizadores motorizados com barra protegida

Apresentam proteção contra deriva nas laterais e na parte traseira da barra de aplicação. São conhecidos como “conceição”. Permitem aplicação segura de herbicidas não seletivos nas entrelinhas de plantio. Existem ainda pulverizadores acoplados ao subsolador que unem as duas operações.

**Figura 9** – Pulverizador motorizado tracionado.



Fonte: Antonio Bestana Neto, 2009.

#### **4. CONCLUSÕES FINAIS**

As práticas de tratos culturais na cultura do eucalipto ocorrem logo após o plantio e trazem enormes benefícios, uma vez que proporcionam um ganho no desenvolvimento das árvores e posterior melhora na formação do fuste e da qualidade da madeira. As práticas culturais têm também grande importância no restabelecimento das florestas e na proteção ao meio ambiente, diminuindo o impacto nas áreas vizinhas e controlando invasoras exóticas no ecossistema regional.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P. R.; BEADLE, C. L.; MENDHAM, N. J.; SMETHURST, P. J. The impact of timing and duration of grass control on growth of a young *Eucalyptus globulus* Labill. plantation. *New Forests*, Dordrecht, v. 26, n. 2, p. 147–165, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda / Emiliano Santarosa, Joel Ferreira Penteadó Júnior, Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2014

GARAU, A. M.; GHERSA, C. M.; LEMCOFF, J. H.; BARAÑAO, J. J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. *New Forests*, v. 37, p. 251-264, 2009.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48p. il.

TOLEDO, R. E. B. *et al.* Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 18, n. 3, p. 39, 2000.

TOLEDO, R. E. B.; VICTÓRIA FILHO, R.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; LOPES, M. A. F. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. *Planta Daninha*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, 2000.



# INSETOS-PRAGA E MÉTODOS DE CONTROLE NA CULTURA DO EUCALIPTO

Vinícius Fernandes Canassa<sup>12</sup>

Thais Alves Mota<sup>13</sup>

## 1. Introdução

A situação do clima no planeta Terra tem causado preocupação ao redor do mundo, devido, principalmente, às consequências da elevação da temperatura média do planeta. A temperatura média global subiu 1,0 °C, em razão das ações humanas desde o período pré-revolução industrial e há estudos prevendo que a temperatura se eleve a 1,5 °C já nas próximas décadas, caso o ritmo permaneça similar ao atual (IPCC 2018).

A sensação de insegurança climática pode ser percebida nos resultados da pesquisa anual realizada pelo centro de pesquisa Pew Research Center (PRC) em 2019, que verificou as mudanças climáticas no topo da lista das maiores preocupações mundiais sobre segurança, figurando em primeiro lugar em 13 países dos 26 pesquisados, ficando na frente de ameaças como terrorismo, economia global e crimes cibernéticos. O estudo observou que, no Brasil, a preocupação com o clima correspondeu a 73% dos entrevistados, superando a preocupação econômica.

---

<sup>12</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Docente da Faculdade Gran Tietê, vf.canassa@unesp.br

<sup>13</sup> Engenheira Agrônoma, MSc., Doutoranda em Agronomia (Proteção de Plantas), FCA/UNESP, thais.a.mota@unesp.br

Desse modo, tem-se intensificado estudos e estratégias que busquem amenizar e solucionar a crise climática que o planeta está passando. Na busca de iniciativas que visam conter e minimizar os efeitos dessas transformações na sociedade, o reflorestamento é uma estratégia de grande eficácia para o enfrentamento das mudanças do clima (BASTIN et al., 2019).

Em 2020, as áreas plantadas com árvores atingiram índice de 9,55 milhões de hectares no país (IBÁ, 2021). Os benefícios na questão climática podem ser sentidos pelo volume estocado de CO<sub>2</sub> nas áreas de plantio, que soma 1,9 bilhão de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), além de quase 2,6 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq. nas áreas de conservação (IBÁ, 2021). Entre as espécies, 78% da área é composta pelo cultivo de eucalipto, com 7,47 milhões de hectares; e 18% de pinus, com aproximadamente 1,7 milhão de hectares. Além desses cultivos, o setor conta com cerca de 382 mil hectares plantados de outras espécies, entre elas a seringueira, acácia e teca (IBÁ, 2021). Os Estados de Minas Gerais (27,6%), São Paulo (18,1%), Mato Grosso do Sul (15,1%), seguem como principais produtores de florestas de eucalipto plantadas no país (IBÁ, 2021).

Diante da importância do reflorestamento para a crise climática e a crescente demanda por bens e produtos advindos de plantios comerciais de árvores, o Brasil tem aumentando periodicamente o plantio comercial (IBÁ, 2021). Entretanto, a produtividade de eucalipto é afetada por fatores bióticos, como insetos-praga, nativos e exóticos. A implantação deste monocultivo no Brasil favoreceu o aumento populacional de alguns insetos nativos, os quais tornaram-se pragas, como as

formigas cortadeiras, psilídeos, lagartas e besouros desfolhadores (ZANUNCIO et al., 1993). Além disso, o aumento de transporte de pessoas e produtos está acarretando um crescimento significativo no número de espécies invasoras em novos ambientes (MEYERSON; MOONEY, 2007).

Diante deste contexto, este capítulo tem como objetivo abordar as principais espécies de insetos-pragas nativos e exóticos, através de descrições e imagens, bem como tratar dos métodos de controle preconizadas pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura do eucalipto.

## **2. Principais insetos-praga na cultura do eucalipto**

### **2.1. Psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* (Hemíptera: Aphalaridae)**

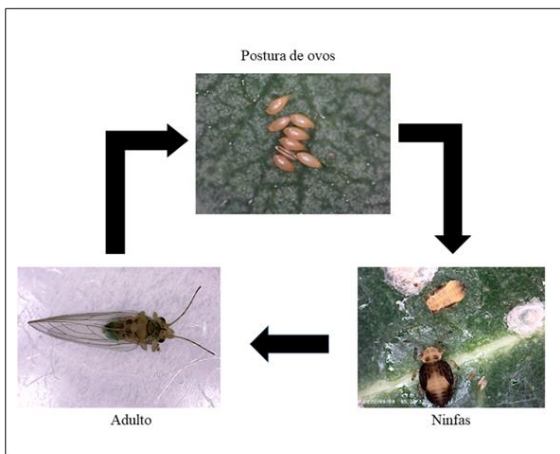
#### **2.1.1. Bioecologia do psilídeo-de-concha**

*Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemíptera: Aphalaridae), popularmente conhecido como psilídeo-de-concha, é considerado uma das principais pragas do eucalipto (WILCKEN et al., 2015). São insetos pequenos, semelhantes a pequenas cigarrinhas com fortes pernas saltadoras e antenas largas e se alimentam de seiva das plantas (RAMIREZ, 2003). Apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas ligeiramente maiores do que os machos, medindo entre 2,5 e 3,1 mm de comprimento (CIBRIÁN-TOVAR; IÑIGUEZ-HERRERA, 2001).

Os adultos de *G. brimblecombei* caracterizam-se por se alimentarem somente de eucalipto e por sua infestação ser facilmente reconhecida por causa da secreção açucarada em forma de concha sobre as ninfas (HALBERT et al, 2001). A

reprodução é sexuada e as fêmeas apresentam coloração verde a vermelho, as antenas são filiformes e a parte terminal do abdome é arredondada, com uma protuberância por onde são colocados os ovos. Os machos apresentam coloração variada, passando do verde ao vermelho, e suas antenas são filiformes. Em seu abdome possui projeções na parte superior chamadas de “fórceps”, que são utilizadas para imobilizar a fêmea durante a cópula (CIBRIÁN-TOVAR; IÑIGUEZ-HERRERA, 2001).

Os ovos são de cor amarelo-alaranjados, brilhantes e de formato oval. São ovipositados em linha, agrupados ou individualizados, e cada fêmea pode ovipositar de 45 a 700 ovos, com preferência em folhas novas ou brotações (IÑIGUEZ-HERRERA, 2001; RAMIREZ, 2003). O período de incubação é de 10 a 20 dias. Ao emergirem, as ninfas caminham sobre a folha, fixando-se próximo às nervuras foliares (Figura 1).



**Figura 1.** Fases biológicas do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimble-combei*). Imagens: autores

As ninfas nos primeiros ínstares são amareladas e as ninfas de último instar apresentam abdome e primórdios das asas de coloração escura (WILCKEN et al., 2003). As ninfas possuem cinco ínstares e, durante o desenvolvimento ninfal, estes insetos formam sobre o seu corpo uma cobertura protetora constituída de açúcares e ceras, denominada de concha, realizando uma proteção ao inseto até a sua fase adulta (BRENNAN et al., 1999; PEREIRA, 2011) (Figura 2).



**Figura 2.** Detalhes da concha protetora produzida pelas ninfas de *Glycaspis brimblecombei*. Imagens: autores

O ciclo biológico do psilídeo-de-concha de ovo a adulto é de 15 a 34 dias, podendo variar dependendo da espécie de eucalipto e das condições climáticas para o seu desenvolvimento (FIRMINO-WINCKLER et al., 2009).

### **2.1.2. Danos do psilídeo-de-concha**

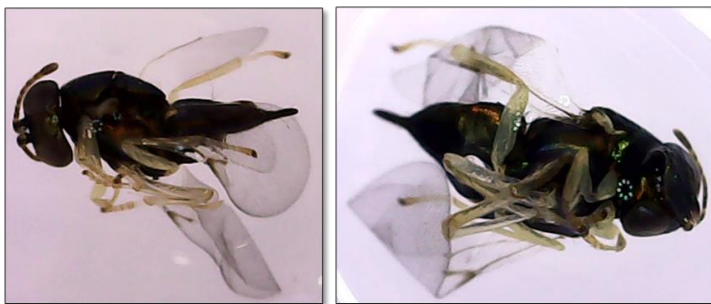
O psilídeo-de-concha possui hábito alimentar sugador desde a fase ninfal a adulta, tendo preferência por folhas mais jovens. Seus danos são caracterizados pela redução da atividade fotossintética, diminuição no crescimento, descoloração das folhas e morte de ramos devido à desfolha acentuada.

Altas populações do inseto podem causar danos indiretos, como a presença de fumagina, que se caracteriza pelo crescimento de fungos de coloração enegrecida sobre folhas cobertas de *honeydew* (DAHLSTEN et al., 2001; WILCKEN et al., 2003; WILCKEN et al., 2015).

### 2.1.3. Controle do psilídeo-de-concha

Os métodos de controle para o psilídeo-de-concha são realizados por meio de pulverizações de inseticidas sintéticos, uso de espécies de eucalipto resistentes ao ataque do inseto e adoção de controle biológico no controle de ninfas (WILCKEN et al., 2003; PEREIRA 2011; WILCKEN et al., 2015).

O parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenóptera: Encyrtidae) é o principal inimigo natural utilizado no controle biológico clássico do psilídeo-de-concha parasitando ninfas (BERTI-FILHO et al., 2003; DAANE et al., 2005). Estudos demonstraram que o potencial de parasitismo de *P. bliteus* sobre *G. brimblecombei* é alto, podendo atingir até 94,5% de parasitismo. No Brasil, este parasitoide adaptou-se as condições climáticas do país, mostrando uma distribuição espacial agregada de *P. bliteus* com seu hospedeiro (DAANE et al., 2005; FAVORETO et al., 2021) (Figura 3).



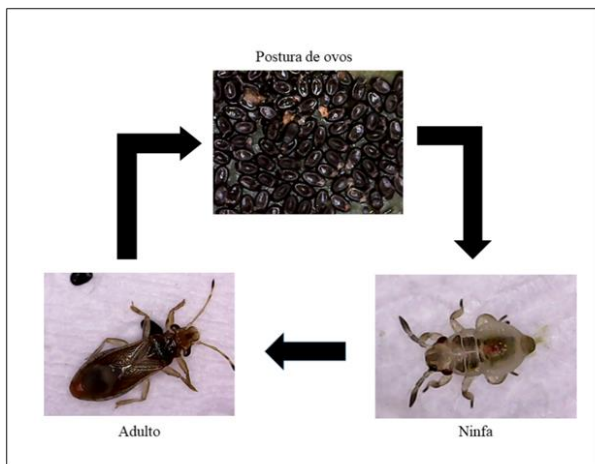
**Figura 3.** Detalhes do parasitoide *Psyllaephagus bliteus*. Imagens: autores

## **2.2. Percevejo-bronzeado do eucalipto, *Thaumastocoris peregrinus* (Hemíptera: Thaumastocoridae)**

### **2.2.1. Bioecologia do percevejo-bronzeado**

O percevejo-bronzeado do eucalipto, *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemíptera: Thaumastocoridae), é um inseto-praga sugador de porte pequeno, descrito por sua coloração castanha e hábito gregário, com adultos medindo cerca de 3mm de comprimento. Cada fêmea tem capacidade de ovipositar em média 60 ovos, os quais têm coloração preta e forma achatada, com período embrionário de aproximadamente seis dias (WILCKEN et al., 2010; SOLIMAN et al., 2012).

As ninfas possuem movimentos rápidos e coloração marrom claro, passando para uma coloração mais escura com o passar dos instares. No quarto ínstar inicia-se a formação das assas e o período ninfal dura de 14 a 20 dias, variando conforme a temperatura (CARPINTERO; DELLAPÉ, 2006; SOLIMAN et al., 2012; WILCKEN et al., 2010). Temperaturas mais baixas diminuem o desenvolvimento e aumentam a duração do estágio de vida do *T. peregrinus*, sendo consideradas temperaturas ótimas para desenvolvimento e reprodução 18 e 25°C (BARBOSA et al., 2019) (Figura 4).



**Figura 4.** Fases biológicas do percevejo-bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*). Imagens: autores

### 2.2.2. Danos do percevejo-bronzeado

Os danos causados pelo percevejo em eucalipto são, principalmente, devidos à redução da taxa fotossintética causada pela sucção contínua de seiva durante a alimentação, ocasionando amarelecimento com um aspecto de bronzeamento das folhas (CARPINTERO; DELLAPÉ, 2006; WILCKEN et al., 2010). Estes danos, de acordo com a intensidade de ataque, irão proporcionar diminuição no diâmetro do tronco, na altura e no volume das árvores atacadas, reduzindo a produtividade e a qualidade da biomassa (BARBOSA et al., 2012) (Figura 5).





**Figura 5.** Danos de ninfas e adultos de *Thaumastocoris peregrinus* em folha de eucalipto. Imagens: autores

### 2.2.3. Controle do percevejo-bronzeado

O método de controle mais eficiente para *T. peregrinus* é o controle biológico, sendo realizado pelo endoparasitoide de ovos *Cleruchoides noackae* Lin & Huber (Hymenóptera: Mymaridae). (LIN et al., 2007; CROSS, 2009; NADEL; NOACK, 2012; MUTITU et al., 2013). Este microhimenóptero parasita ovos de *T. peregrinus* com até cinco dias de idade, aproximadamente (Figura 6). Em estudos realizados no Brasil, a taxa de parasitismo foi observada de até 50 % no estado de Minas Gerais, demonstrando adaptabilidade a condições de campo e laboratoriais (BARBOSA et al. 2017).

Outro inimigo natural do percevejo-bronzeado é o percevejo predador *Atopozelus opsimus* Elkins (Hemíptera: Reduviidae). Estudos têm demonstrado este predador como um potencial agente de controle para *T. peregrinus* (SOUZA, 2020).

A utilização de produtos alternativos e químicos também pode ser empregada no manejo integrado do percevejo-bronzeado do eucalipto (LORENCETTI et al., 2015; MACHADO et al., 2016).

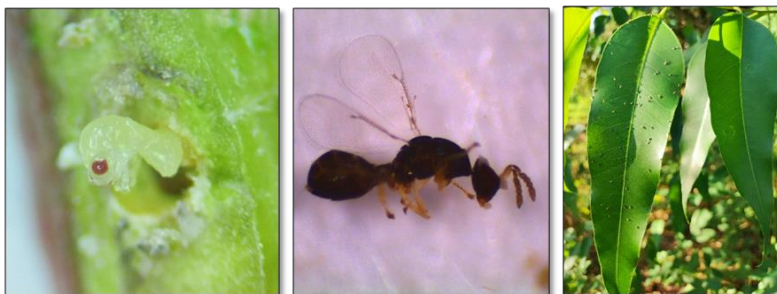


**Figura 6.** Detalhe do endoparasitoide de ovos *Cleruchoides noackae*.  
Imagens: autores.

### **2.3. Vespa-da-galha-do-eucalipto, *Leptocybe invasa* (Hymenóptera.: Eulophidae)**

#### **2.3.1. Bioecologia da vespa-da-galha-do-eucalipto**

*Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle (Hymenóptera: Eulophidae), popularmente conhecida como vespa-da-galha-do-eucalipto, é uma praga galhadora de eucalipto (MENDEL et al., 2004; DITTRICH SCHRÖDER et al., 2014). As fêmeas de *L. invasa* possuem coloração azul-esverdeadas brilhantes, suas coxas anteriores e pernas e tarsos são amarelos e as coxas médias e posteriores, da mesma cor do corpo. As fêmeas medem de 1,1 a 1,4 mm de comprimento, com reprodução telítoca (fêmeas reproduzem somente fêmeas). Já os machos medem 1,21 a 1,37 mm, sendo estes mais difíceis de serem encontrados, a sua presença indica uma maior variabilidade genética, proporcionando o cruzamento sexuado na espécie (MENDEL et al., 2004; ZHENG et al., 2014) (Figura 7).



**Figura 7.** Detalhe da pupa *Leptocybe invasa* (esquerda); detalhe do adulto de *L. invasa* (centro); vista geral de adultos de *L. invasa* sobre folhas de eucalipto (direita). Imagens: autores.

O ciclo biológico de *L. invasa* pode ser influenciado pelas condições climáticas e do material genético de eucalipto. No Brasil, o período de ovo-adulto é de 87 dias; na Índia, 60 dias; na África do Sul, 90 dias, e na Tailândia, seu ciclo total já foi observado em 46 dias. (MENDEL et al., 2004; KAVITHAKUMARI et al., 2010; SANGTONGPRAOW et al., 2011; DITTRICH-SCHRÖDER et al., 2014).

O desenvolvimento de *L. invasa* no Brasil foi classificado em diferentes fases em mudas de eucalipto. A 1<sup>o</sup> fase caracteriza-se pela detecção de cicatrizes de oviposição. Após aproximadamente nove dias, estas cicatrizes se tornam galhas verdes. A 2<sup>o</sup> fase caracteriza-se pelo aumento dessas galhas, apresentando coloração rosada. A 3<sup>o</sup> fase apresenta galhas com coloração avermelhada e na 4<sup>o</sup> fase é possível verificar a presença de orifícios de emergência dos adultos (MENDEL et al., 2004; KAVITHAKUMARI et al., 2010; SANGTONGPRAOW et al., 2011; DITTRICH-SCHRÖDER et al., 2014).

### 2.3.2. Danos da vespa-da-galha-do-eucalipto

Os danos da vespa-da-galha-do-eucalipto são definidos pela formação de galhas nas regiões da nervura central e pecíolo das folhas, ramos e ponteiros. Estas galhas são decorrência do desenvolvimento das larvas do adulto no interior da planta (MENDEL et al., 2004; KAVITHA-KUMARI et al., 2010).

As galhas causam má formação das folhas, reduzindo a translocação de nutrientes no interior da planta. As folhas desenvolvem-se precocemente, ocorrendo a abscisão. As ovi-posições dos adultos resultam em um super-brotamento e, em ataques mais severos, podem ocasionar morte das plantas (MENDEL et al., 2004) (Figura 8).



**Figura 8.** Detalhe dos danos causados por *Leptocybe invasa* em plantas de eucalipto. Imagens: autores.

### 2.3.3. Controle da vespa-da-galha-do-eucalipto

O controle biológico de *L. invasa* é o manejo mais promissor da praga, devido a especificidade dos hospedeiros, altas taxas de parasitismo, ciclos curtos, adaptabilidade às condições edafoclimáticas e rápida dispersão no campo (KELLY et al., 2012; ZHENG et al., 2014; MASSON et al., 2017).

Os parasitoides utilizados nos programas de controle biológico no Brasil são *Selitrichodes neseri* Kelly & La Salle e *Quadrastichus mendeli* Kim & La Salle (Hymenóptera: Eulophidae) (MASSON et al., 2017; MOTA, 2020). *Selitrichodes neseri* parasita larvas maduras, pré-pupas e pupas de *L. invasa* e seu parasitismo varia de 9,7 a 71,8 %, com elevada adaptabilidade em diferentes regiões do país (KELLY et al., 2012; DITTRICH-SCHRÖDER et al., 2014; MASSON et al., 2017) (Figura 9). O parasitoide *Q. mendeli* parasita as larvas jovens e maduras de *L. invasa* e seu parasitismo apresenta índices que variam de 19,2 a 63,1 % em condições laboratoriais (KIM et al., 2008; MOTA, 2020) (Figura 10).



**Figura 9.** Detalhe do parasitoide macho e fêmea parasitando de *Selitrichodes neseri*. Imagens: autores.



**Figura 10.** Detalhe do parasitoide *Quadrastichus mendeli* (esquerda); momento do parasitismo de *Q. mendeli* sobre larvas de *Leptocybe invasa* em plantas de eucalipto. Imagens: autores.

O controle químico de *L. invasa* é considerado pouco efetivo, devido a sobreposições de gerações e a dificuldade da translocação das moléculas químicas no interior das galhas (ZHENG et al., 2014).

## **2.4. Gorgulho-do-eucalipto, *Gonipterus pulverulentus* e *Gonipterus platensis* (Coleóptero: Curculionidae)**

### **2.4.1. Bioecologia do gorgulho-do-eucalipto**

Considerado uma das principais espécies de gorgulhos desfolhadores na cultura do eucalipto, o gênero *Gonipterus* é popularmente conhecido como gorgulho-do-eucalipto (WILCKEN; OLIVEIRA, 2015). No Brasil, a primeira espécie registrada foi documentada durante a década de 50: *Gonipterus pulverulentus* Lea (Coleoptera: Curculionidae). Em seguida, no ano de 1979, houve o registro de *Gonipterus platensis* Marelli (BIEZANKO; BOSQ, 1956; FREITAS, 1979). As fêmeas de *G. pulverulentus* medem de 8,0 a 9,2 mm e os

machos, de 7,0 a 9,2 mm, ambos com coloração castanho-claro, escamas pouco alongadas, rostró e cabeça de coloração preta com élitros com faixa mediana (ROSADO-NETO; MARQUES, 1996). As fêmeas adultas de *G. platensis* medem de 7,5 a 9,4 mm e os machos, 5,7 a 8,9 mm, ambos com coloração castanho-escuro, escamas mais adensadas no meio com coloração castanho-avermelhado e preta nas laterais e rostró curto e subcilíndrico (ROSADO-NETO; MARQUES, 1996) (Figura 11).



**Figura 11.** Fase larval (esquerda) e fase adulta (direita) de *Gonipterus platensis*. Imagens: autores.

As duas espécies de *Gonipterus* realizam as posturas nas folhas de eucalipto e possuem formato de ooteca, sendo estas rígidas e compostas por excremento de produto glandular. No interior da ooteca os ovos são dispostos em fileiras e cada fêmea possui a capacidade de ovipositar 1 a 6 ovos para *G. pulverulentus* e 3 a 16 ovos para *G. platensis* (FREITAS, 1979).

As larvas de ambos são ápodas, com o corpo de coloração amarelo-creme com pequenas manchas pretas, cabeça retrátil, tendo 4 instares larvais (ROSADO-NETO; MAR-

QUES, 1996). A diferença entre as duas espécies no estágio larval é que *G. pulverulentus* pode medir de 10,8 a 13,3 mm e *G. platensis*, de 9,2 a 11,3 mm. Para facilitar a identificação, *G. platensis* possui três faixas longitudinais de coloração verde escura, característica não observada em *G. pulverulentus* (ROSADO-NETO; MARQUES, 1996).

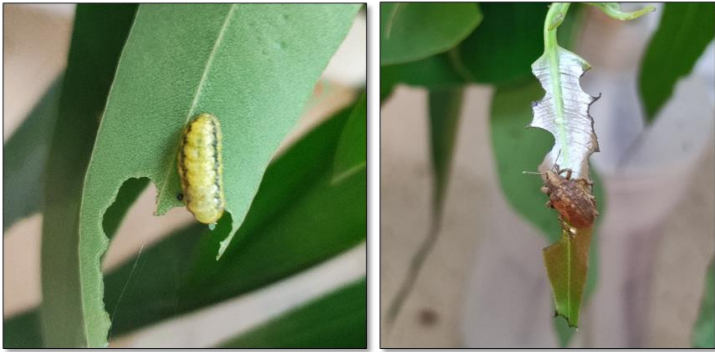
Para entrarem no estágio de pupa, as larvas de ambas as espécies cessam a alimentação e se deslocam para o solo, onde formam uma câmara pupal de formato ovalado, sendo esta constituída de líquido excretado pelo abdômen junto a grãos de areia, permanecendo no solo até atingirem a fase adulta (TOOKE, 1955; FREITAS, 1979).

O ciclo biológico do gorgulho-do-eucalipto é variável, dependendo da espécie de *eucalipto* e das condições climáticas para o seu desenvolvimento, podendo variar de 47,2 dias em *Eucalyptus urophylla* e 75,1 dias em *E. grandis*, em condições laboratoriais. A longevidade dos adultos atinge, em média, 223,9 dias (OLIVEIRA, 2006).

#### **2.4.2. Danos do gorgulho-do-eucalipto**

Os principais danos ocasionados pelo gorgulho-do-eucalipto são as desfolhas, ocasionadas pela alimentação das larvas e dos adultos. Estas injúrias podem resultar em bifurcação do fuste, envassoramento devido à superbrotção do ponteiro e morte das árvores em casos de altos índices de infestação (EPPO, 2005; SOUZA et al., 2016; WILCKEN; OLIVEIRA, 2015) (Figura 12).





**Figura 12.** Danos causados à planta de eucalipto por larva (esquerda) e adulto (direita) de *Gonipterus platensis*. Imagens: autores.

### 2.4.3. Controle do gorgulho-do-eucalipto

O parasitoide de ovos *Anaphes nitens* Girault (Hymenóptera: Mymaridae) é o principal agente de controle biológico clássico utilizado para o controle destas pragas, sendo este originário da Austrália (SOUZA et al., 2016). No Brasil, as espécies de *Gonipterus* foram controladas por este parasitoide em 2012. No entanto, houve ressurgência da praga com baixos índices de parasitismo de *A. nitens* (SOUZA et al., 2016; RIBEIRO, 2019). Estudos recentes revelaram que, onde havia-se baixos níveis de parasitismo de *A. nitens*, registrou-se a presença de ácaros do gênero *Pyemotes* alimentando-se dos ovos de *G. platensis*, sendo que a taxa de parasitismo foi reduzida de 49,02% para 1,78% nos ovos contaminados pelos ácaros (RIBEIRO, 2019). No entanto, mesmo com todas as dificuldades encontradas, o parasitoide *A. nitens* tem demonstrado parâmetros satisfatórios em parasitismo, com 92,79 a 99,01% nos estados de São Paulo e Espírito Santo (RIBEIRO, 2019) (Figura 13).



**Figura 13.** Detalhe do parasitoide *Anaphes nitens*. Imagens: autores.

A utilização do fungo *Beauveria bassiana* também tem sido uma alternativa eficaz de controle do gorgulho-do-eucalipto, necessitando de condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento do fungo, tal como umidade relativa do ar alta, evitando aplicações em épocas secas (BERTI FILHO et al., 1992; SOUZA et al., 2016).

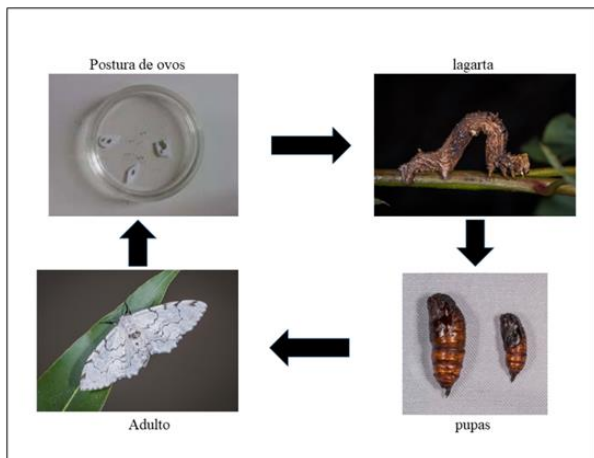
## **2.5. Lagarta-parda-do-eucalipto, *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae)**

### **2.5.1. Bioecologia da lagarta-parda-do-eucalipto**

A *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) é considerada a principal espécie de lepidóptero desfolhador da cultura no Brasil (JESUS et al., 2015). Sua ocorrência é reportada em quase toda a América do Sul e em parte da América Central. No Brasil, é observada em regiões mais secas e em períodos de poucas chuvas, desenvolvendo altos níveis populacionais com maior frequência nestas condições.

As mariposas fêmeas apresentam coloração branca, antenas filiformes e envergadura média das asas de 4,8 cm. Os machos são menores e apresentam coloração castanha variável, antenas bipectinadas e envergadura média das asas de 3,5 cm. Geralmente a cópula e as posturas de ovos são realizadas durante o período noturno. É uma espécie de elevada capacidade reprodutiva, sendo que cada fêmea pode colocar em média 750 ovos. O período embrionário gira em torno de 10 dias, com viabilidade acima de 90%. De acordo com o desenvolvimento do embrião, a coloração dos ovos fertilizados parte do verde acinzentado para tons avermelhados e logo antes da eclosão atinge tons negros metálicos.

As lagartas apresentam seis instares, com duração média do período larval de 27 dias, podendo atingir até 5,0 cm de comprimento. Em repouso assumem posição ereta, mimetizando pequenos ramos secos nos galhos de eucalipto. O período de desenvolvimento pupal dura de 7 a 10 dias, com os machos emergindo antes das fêmeas (ZANUNCIO et al., 1993) (Figura 14).



**Figura 14.** Fases biológicas da lagarta-parda (*Thyrinteina arnobia*). Imagens: Fabio Araújo dos Santos.

### 2.5.2. Danos da lagarta-parda-do-eucalipto

Entre os lepidópteros desfolhadores de eucalipto, *T. arnobia*, é considerada como a mais importante, devido ocasionar prejuízos expressivos em várias regiões do Brasil (SANTOS et al., 2000). A infestação desse lepidóptero começa da base para o ápice da copa da árvore e das margens para o interior dos talhões.

O ataque só é percebido quando a maioria das lagartas já atingiram os últimos instares ou pelo súbito aumento de desfolhamento (ZANUNCIO et al., 1993). O desfolhamento não leva à morte direta da árvore, mas afeta o seu crescimento, fundamentalmente pela diminuição da área fotossintetizante, o que implica na redução da produtividade primária, podendo, em caso de ataques contínuos, paralisar o seu crescimento em razão da necessidade de reposição das folhas consumidas (ZANUNCIO; LIMA, 1975). As lagartas de *T. arnobia* podem atacar plantios novos de eucalipto com 6 meses até 6,5 anos de idade, além de rebrotas com nove meses, ocasionando danos significativos (ANJOS et al., 1987) (Figura 15).



**Figura 15.** Danos causados à planta de eucalipto pela lagarta-parda em laboratório (esquerda) e em área comercial (direita). Imagens: autores.

### 2.5.3. Controle da lagarta-parda-do-eucalipto

O controle de *T. arnobia* tem sido realizado através de métodos mecânicos, culturais, químicos, biológicos e resistência de plantas (ANJOS et al., 1987; ZANUNCIO et al., 1993; LEMOS et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2011). Em relação aos métodos mecânicos e culturais utilizados, o sistema de gradagem pode eliminar as pupas de *T. arnobia* que estão sob o solo, as quais podem morrer por esmagamento ou por exposição à temperatura e às condições adversas (ZANUNCIO et al., 1993).

A catação manual de posturas (ovos), lagartas, pupas e a captura de adultos de *T. arnobia* pode ser uma alternativa para diminuir a infestação deste inseto-praga. Entretanto, fica restrita a pequenas áreas, devido ao esforço físico requerido e ao alto custo de sua aplicação (PEREIRA, 2007).

O controle químico traz uma série de desvantagens ao ambiente, podendo inclusive ser letal aos inimigos naturais desses desfolhadores. Portanto, é de fundamental importância o uso de inseticidas eficientes contra as pragas e seletivos aos inimigos naturais, para possibilitar a preservação destes agentes de controle biológico. Contudo, temos apenas três ingrediente ativos registrados para este inseto (deltametrina, lufenuron e tebufenozida), sendo um deles não seletivo, a deltametrina (PEREIRA, 2007; AGROFIT, 2022).

No Brasil, a bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* vem sendo utilizada para o controle biológico da lagarta-parda. Atualmente o uso do Bt é o método mais empregado no controle de lagartas desfolhadoras em áreas reflorestadas com eucalipto. (PEREIRA, 2007). Outros agentes utilizados no controle biológico de *T. arnobia* são os percevejos predadores da família Pentatomidae tais como: *B. tabidus*, *S. cincticeps* e *P. nigrispinus* (ZANUNCIO et al., 1993). Devido à facilidade de criação massal e eficiência em condições de laboratório, estes insetos foram produzidos e liberados em programas de controle biológico de lagartas desfolhadoras (ZANUNCIO et al., 2002).

A resistência de plantas é mais uma tática de manejo utilizada no controle da lagarta-parda, pois diminui os danos causados por *T. arnobia*, reduzindo a população da praga e minimizando os efeitos adversos de produtos químicos no meio ambiente (BALDIN et al., 2019).

## 2.6. Formigas cortadeiras (Hymenóptera: Formicidae)

### 2.6.1. Bioecologia de formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras possuem complexidade comportamental, bem como importante organização social, assim como as vespas e abelhas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). A subfamília Myrmicinae possui o maior número de espécies, com formigas amplamente distribuídas e hábitos alimentares que variam desde sementes e outros alimentos ao cultivo e alimentação de fungo nos seus ninhos (BACCARO et al., 2015). A subfamília Myrmicinae é composta por cerca de 140 gêneros, distribuídos em seis tribos, com espécies reconhecidas pela importância econômica (como pragas), médico-sanitárias (venenosas) e ecológica (BACCARO et al., 2015). A tribo Attini é caracterizada por espécies que possuem uma relação mutualista com um fungo simbiote e, por isso, são conhecidas como “cultivadoras de fungo” (SOSA-CALVO et al., 2018; BARRERA et al., 2021).

As formigas cortadeiras, espécies dos gêneros *Atta* Fabricius, *Acromyrmex* Mayr, *Amoimyrmex* e *Pseudoatta* Gallardo (Formicidae: Myrmicinae: Attini: Attina), cortam e utilizam material vegetal para cultivo do fungo simbiote e são reconhecidas por causar danos às plantas cultivadas (SOSA-CALVO et al., 2018; BARRERA et al., 2021). A relação mutualista das formigas cortadeiras com o fungo *Leucocoprius gongylophorus* (Heim) é altamente especializada. O fungo *L. gongylophorus* transforma o material vegetal fresco em nódulos de hifas ricos em nutrientes (gongilídeos) (CURRIE et al., 2003; MUELLER et al., 2018).

O fungo é o único alimento para as formas jovens e aladas das formigas, enquanto as operárias que realizam o corte e processamento do material vegetal complementam a sua dieta com líquidos extraídos das folhas (CURRIE et al., 2003). As formigas, por outro lado, fornecem ao fungo um local altamente propício ao desenvolvimento, além da seleção das plantas como substrato para o seu crescimento e proteção contra competidores e parasitas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; MUELLER et al., 2018).

### **2.6.2. Danos de formigas cortadeiras**

Pelo fato de cortarem material vegetal fresco para cultivarem o fungo utilizado na alimentação da colônia, as formigas cortadeiras são consideradas o principal inseto-praga na cultura do eucalipto, podendo ocasionar danos irreversíveis desde a produção de mudas em casa-de-vegetação até em áreas com árvores mais velhas, ocasionando danos muitas vezes irreversíveis para as árvores de eucalipto (DELLA LUCIA et al., 2014; ZANETTI et al., 2014).

### **2.6.3. Controle de formiga cortadeira**

O controle cultural em formiga cortadeira pode ser realizado através do revolvimento do solo (aração e gradagem), na tentativa de eliminar ninhos iniciais de formigas (FILHO et al., 2013). Outro exemplo é a utilização de plantas atraentes próximo às áreas cultivadas, as quais servem de forrageamento alternativo, servindo como “armadilhas” e evitando que as formigas forrageiem as árvores de eucalipto (FILHO et al., 2011).



O controle mecânico é pouco utilizado (MORESSI et al., 2007). A remoção mecânica dos ninhos pode ocasionar a morte da rainha e de parte da cria, deixando o ninho mais suscetível a predadores ou enfermidades (MONTROYA-CORREA et al., 2007). Pode-se, também, utilizar barreiras físicas, como cones plásticos invertidos, gel adesivo ou tiras de plástico cobertas com graxa, que são fixadas nos troncos das plantas, impedindo que as formigas cortadeiras tenham acesso à parte aérea (NAVA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2013).

O método químico de controle é o mais empregado, destacando-se o uso de iscas granuladas e termonebulização (TORRES et al., 2013; ARAÚJO et al., 2015). As iscas tóxicas são amplamente utilizadas devido ao baixo custo e à facilidade de aplicação (FILHO et al., 2007). Consistem em um substrato atrativo – geralmente polpa cítrica desidratada – impregnado com inseticida (PERRI et al., 2017). O inseticida adequado deve possuir ação retardada, ser letal em baixa concentração e atuar por ingestão (FORTI et al., 2003). As iscas são depositadas próximo às trilhas das formigas e das entradas dos ninhos. A eficiência das iscas depende do substrato atrativo e do princípio ativo tóxico utilizado, do tamanho dos grânulos, além da capacidade das formigas em localizá-las e transportá-las para o interior da colônia (DELLALUCIA et al., 2014; GANDRA et al., 2016).

A termonebulização é um processo indicado para grandes áreas, sendo feito por meio de termonebulizadores (CRUZ et al., 1984). Esse método consiste na atomização de um formicida, resultando em uma fumaça tóxica, que é aplicada dentro do formigueiro. (BUENO, 2013). Pode ser em-

pregado em qualquer época do ano, em terrenos secos ou encharcados, possuindo alta eficiência. Contudo, apresenta maior risco de contaminação do ambiente, bem como do próprio operador em virtude da exposição ao produto (ZANETTI et al., 2008; TRAVAGLINI et al., 2017).

Entre as vantagens do controle químico, pode-se citar a praticidade, eficiência, rapidez e baixo custo (GHINI; BETTIOL, 2000; LIMA et al., 2011). Existem, contudo, alguns aspectos desfavoráveis associados aos métodos químicos como, por exemplo, contaminação do meio ambiente, seleção de populações resistentes, intoxicação de seres humanos e animais, baixa especificidade e eliminação de predadores naturais (ALMEIDA et al., 2007; CASTILHO et al., 2010; ALMEIDA et al., 2013).

### **3. Considerações finais**

A alta rentabilidade financeira do setor, aliada à presença de grandes empresas multinacionais e nacionais no interior de São Paulo, Lençóis Paulista, Botucatu e Agudos, aumenta a importância e interesse de pequenos e médios produtores no plantio de novas áreas de eucalipto na região.

Devido ao eucalipto ter proximidade taxonômica, morfológica e fisiológica com algumas espécies brasileiras da família Myrtaceae, além da baixa heterogeneidade dos grandes plantios, aliada a alta disponibilidade de alimento, insetos nativos e exóticos adaptaram-se à cultura, causando interferências no equilíbrio das populações dos insetos e proporcionando o aumento populacional.

A identificação das espécies de insetos-praga em eucalipto é de fundamental importância para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que, através do reconhecimento morfológico e de seus danos às plantas, pode auxiliar grandes empresas, produtores e estudantes em sua correta identificação. Apesar de serem encontrados outros insetos-praga de importância econômica na cultura do eucalipto, este capítulo traz informações relevantes sobre biologia, danos e controle de *G. brimblecombei*, *T. peregrinus*, *L. invasa*, *Gonipterus spp.*, *T. arnobia* e formigas cortadeiras, que podem ser consultados através de meios eletrônicos por grandes empresas do setor, produtores, estudantes e pesquisadores.

#### 4. Agradecimentos

A realização deste capítulo, bem como as ilustrações, só foi possível de ser inserida devido à disponibilidade concedida pelos professores Edson Luiz Lopes Baldin (*in memoriam*) e Carlos Frederico Wilcken para uso dos espaços físicos, equipamentos e alvos biológicos de seus respectivos laboratórios.

#### 5. Referências bibliográficas

AGROFIT - **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em < [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) >. Acesso em: 28 jun. 2022.

ALMEIDA, J. T. S.; MEDICI, L. O.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Eficiência e princípio de funcionamento de barreira física cônica contra as quenquéns. **Floresta**, v. 43, n. 4, p. 633-642, 2013.

ALMEIDA, R. N. A.; PEÑAFLORES, M. F. G. V.; SIMOTE, S. Y.; BUENO, O. C.; HEBLING, M. J. A.; PAGNOCCA, F. C.; FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P. C.; SILVA, M. F. G. F. Toxicity of substances isolated from *Helietta puberula* RE Fr. (Rutaceae) to the leaf-cutting ant *Atta sexdens* L. (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus* (Singer) Möller. **BioAssay**, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2007.

ANJOS, N.; SANTOS, G. P.; ZANÚNCIO, J. C. **A lagarta-parda, *Thyrintina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) desfolhadora de eucaliptos**. Minas Gerais: EPAMIG, 1987. 56 p. (EPAMIG. Boletim técnico, 25).

ARAÚJO, M. S.; RODRIGUES, C. A.; OLIVEIRA, M. A.; JESUS, F. G. Controle biológico de formigas-cortadeiras: o caso da predação de fêmeas de *Atta* spp. por *Canthon virens*. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 8-12, 2015.

BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNÁNDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J.; SOUZA, J. D.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, v. 388, 2015.

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. 2019, 493 p.

BARBOSA, L. R.; SANTOS, F.; SOLIMAN, E. P.; RODRIGUES, A. P.; WILCKEN, C. F.; CAMPOS, J. M.; ZANUNCIO, A. J. V.; ZANUNCIO, J. C. Biological parameters, life table and thermal requirements of *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae) at different temperatures. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–8, 2019.

BARBOSA, L. R.; RODRIGUES, A. F.; SOLER, L. S.; FERNANDES, B. V.; CASTRO, B. M. C.; WILCKEN, C. F.; ZANUNCIO, J. C. Establishment in the field of *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an exotic egg parasitoid of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 372-374, 2017.

BARBOSA, L. R.; SANTOS, F.; MACHADO, B. O.; WILCKEN, C. F.; SOLIMAN, E. P.; ZACHÉ, B. **Percevejo-bronzeado do eucalipto: reconhecimento, danos e direcionamentos para o controle**. Embrapa Florestas, 2012, 27 p.

BARRERA, C. A.; SOSA-CALVO, J.; SCHULTZ, T. R.; RABELING, C.; BACCI JR, M. Phylogenomic reconstruction reveals new insights into the evolution and biogeography of *Atta* leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomology**, v. 47, n. 1, p. 13-35, 2021.

BASTIN, J.; FINELGOD, Y.; GARCIA, C.; MOLICONE, D.; REZENDE, M.; ROUTH, D.; ZOHNER, C. M.; CROWTHER, T. W. The global tree restoration potential. **Science**, v. 365, n. 6448, p.76-79, 2019.

BERTI FILHO, E.; ALVES, S. B.; CERIGNONI, J. A.; STAPE, J. L. Ocorrência de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em adultos de *Gonipterus scutellatus* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 67, n. 3, p. 251-252, 1992.

BERTI-FILHO, E.; COSTA, V. A.; ZUPARKO, R. L.; LA SALLE, J. Ocorrência de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera Encyrtidae) no Brasil. **Revista de Agricultura**, v. 78, n. 3, p. 304, 2003.

BIEZANKO, C. M.; BOSQ, J. M. Cerambycidae de Pelotas e seus arredores. **Acros**, v. 9, p. 3-15, 1956.

BRENNAN, E. B.; GILL, R. J.; HRUSA, G. F.; WEINBAUM, S. A. First record of *Glycaspis brimblecombei* (Moore) (Homoptera: Psyllidae) in North America. Initial observations of potentially serious pest of Eucalyptus in California. **Pan-Pacific Entomologist**, v. 75, n. 1, p. 55-57, 1999.

BUENO, F. C. **Seleção de ingredientes ativos para o desenvolvimento de iscas tóxicas para o controle de formigas-cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae)**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CARPINTERO, D. L.; DELLAPÉ, P. M. A new species of *Thaumastocoris Kirkaldy* from Argentina (Heteroptera: Thaumastocoridae: Thaumastocorinae). **Zootaxa**, v. 1228, n. 1, p. 61-68, 2006.

CASTILHO, A. M. C.; FRAGA, M. E.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; ROSA, C. A. R. Seleção de isolados de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* patogênicos a soldados de *Atta bisphaerica* e *Atta sexdens rubropilosa* em condições de laboratório. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1243-1249, 2010.

CIBRIÁN-TOVAR, D.; IÑIGUEZ-HERRERA, G. Manual para la identificación y manejo de las plagas y enfermedades forestales del estado de Jalisco. **Documento tecnico PRODEFO**, n. 32, p. 23-29, 2001.

CROSS, D. **The parasitoids of *Thaumastocoris* spp. in the Sydney region**. 2009. 47 f. Tese (Mestrado)-Department of Food and Natural Resources, University of Sydney, Sydney, 42p, 2009.

CRUZ, J. M.; NOGUEIRA, S. B.; PEREIRA, A. R.; MEWES, B. O. Adaptação de uma motocicleta para termonebulização no controle de formigas saúvas (*Atta* spp.) em áreas reflorestadas de Cerrado. **Revista árvore**, v. 8, n. 2, p. 104-111, 1984.

CURRIE, C. R.; WONG, B.; STUART, A. E.; SCHULTZ, T. R.; REHNER, S. A.; MUELLER, U. G.; SUNG, G. H.; SPATAFORA, J. H.; STRAUS, N. A. Ancient tripartite co-evolution in the attine ant-microbe symbiosis. **Science**, v. 299, n. 5605, p. 386–388, 2003.

DAANE, K. M.; SIME, K. R.; DAHLSTEN, D. L.; ANDREWS, J. W.; ZUPARKO, R. L. The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red gum lerp psyllid (Hemiptera: Psylloidea). **Biological Control**, v. 32, n. 2, p. 228- 235, 2005.

DAHLSTEN, D. L.; DREISTADT, S. H. Pest notes: Psyllids. **University of California Agrocultrual Natural Resources Publications**, n. 7423, p. 1-6, 2001.

DELLA LUCIA, T. M. C.; GANDRA, L. C.; GUEDES, R. N. C. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. **Pest Management Science**, v. 70, p. 14-23, 2014.

DITTRICH-SCHRÖDER, G.; HARNEY, M.; NESER, S.; JOFFE, T.; BUSH, S.; HURLEY, B.P.; WINGFIELD, M.J.; SLIPPERS, B. Biology and host preference of *Selitrichodes neseri*: A potential biological control agent of the *Eucalyptus* gall wasp, *Leptocybe invasa*. **Biological Control**, v.78, p.33-41, 2014.

EPPO. Data sheets on quarantine pest: *Gonipterus gibberus* and *Gonipterus scutellatus*. **Bulletin**, v. 35, n. 3, p. 368-370, 2005.

FAVORETO, A. L.; DOMINGUES, M. M.; SERRÃO, J. E.; RIBEIRO, M. F.; SILVA, C. A. D.; ZANUNCIO, J. C.; WILCKEN, C. F. Courtship, mating behavior, and ovary histology of the nymph parasitoid *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Journal of Insect Science**, v. 21, n. 2, p. 1-16, 2021.

FILHO, L. C. P.; CIESLIK, L. F.; TALHEIMER, R.; LUCINI, M.; SILVEIRA, E. R. Mortalidade de formigueiros por diferentes métodos de controle em pastagens. **Synergismus scyentifica**, v. 2, n. 1, 2007.

FILHO, W. R.; NICKELE, M. A.; STRAPASSON, P. **Combate às formigas cortadeiras**. Curitiba: SENAR-PR, 2011

FILHO, W. R.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; NICKELE, M. A. MARTINS, M. F. O. **Formigas cortadeiras em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta - iLPF: fundamentos para o controle**. 1. ed. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2013.

FIRMINO-WINCKLER, D. C.; WILCKEN, C. F.; OLIVEIRA, N. C.; MATOS, C. A. O. Biologia do psílídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 1, p. 3., 2009.



FORTI, L. C.; NAGAMOTO, N. S.; RAMOS, V. M.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. CAMARGO, R. S.; MOREIRA, A. A.; BOARETTO, M. A. C. Eficiência de sulfluramida, fipronil y clorpirifos como sebos en el control de *Atta capiguara* Gonçalves (Hymenoptera: Formicidae). **Pasturas Tropicales**, v. 25, n. 3, p. 28-35, 2003.

FREITAS, S. **Contribuição ao estudo da morfologia e biologia de *Gonipterus gibberus* (Boisduval, 1835) (Coleoptera, Curculionidae) e levantamento dos danos causados por esta espécie em eucaliptos dos arredores de Curitiba.** 1979. 95 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1979.

GANDRA, L. C.; AMARAL, K. D.; COUCEIRO, J. C.; DELLA LUCIA, T. M. C.; GUEDES, R. N. C. Mechanism of leaf-cutting ant colony suppression by fipronil used in attractive toxic baits. **Pest Management Science**, v. 72, p. 1475-1481, 2016.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 61-70, 2000.

HALBERT, S. E.; GILL, R. J.; NISSON, J. N. **Two *Eucalyptus* psyllids new to Florida (Homoptera: Psyllidae).** Florida Department Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, p.1-2, 2001.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. **The ants.** Harvard University Press, 1990

IBÁ. **Indústria Brasileira de Árvores. Relatório anual 2021**. Disponível em < <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf> >. Acesso em: 25 abr. 2022.

IÑIGUEZ-HERRERA, G. Control biológico de la conchuela del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore. **Tu Bosque**, n. 25, p. 6-8, 2001

IPCC - **Intergovernmental Panel Climate Change**. Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva: World Meteorological Organization IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways IPCC, 2018.

JESUS, F. G.; NOGUEIRA, L.; BOICA, A. L.; RIBEIRO, Z. A.; ARAÚJO, M. S.; ZANUNCIO, J. C. Resistance of *Eucalyptus* spp. genotypes to eucalyptus brown looper *Thyrיתהina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 11, p. 1016-1021, 2015.

KAVITHA-KUMARI, N.; KULKARNI, H.; VASTRAD, A.S.; GOUD, K.B. Biology of eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher and La Salle (Hymenoptera: Eulophidae). **Karnataka Journal of Agricultural Science**, v.23, p.211-212, 2010.

KELLY, J.; LA SALLE, J.; HAMEY, M.; DITTRICH-SCHRODER, G.; HURLEY, B. *Selitrichodes neseri*, a new parasitoid of the eucalyptus gall wasp *Leptocybe invasa* Fischer & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichiinae). **Zootaxa**, v. 3333, p.50–57, 2012.

KIM IK, MENDEL Z, PROTASOV A, BLUMBERG D, LA SALLE J. Taxonomy, biology and efficacy of two australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichiinae). **Zootaxa** v. 1910, p. 1–20, 2008.

LEMONS, R. N.; CROCOMO, B. W.; FORTI, L. C.; WILCKEN, C. F. Seletividade e influência da idade da folha de *Eucalyptus* spp., para *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.1, p.7-10, 1999.

LIMA, D. B. C.; SILVA, A. G.; PROCÓPIO, S. O.; BARROSO, A. L. L.; DAN, H. A. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready® em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 64-70, 2011.

LIN, N.Q.; HUBER, J.T.; SALLE, J.L. The Australian genera of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). **Zootaxa**, v. 1596, n. 1596, p. 1-111, 2007.

LORENCETTI, G. A. T.; MAZARO, S. M.; POTRICH, M.; LOZANO, E. R.; BARBOSA, L. R.; LUCKMANN, D.; DALLACORT, S. Produtos Alternativos para controle de *Thaumastocoris peregrinus* e indução de resistência em plantas. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, 2015.

MACHADO, D. N.; COSTA, E. C.; GARLET, J.; BOSCARDIN, J.; PEDRON, L.; PERINI, C. R.; BOLZAN, L. Avaliação de Inseticidas no controle de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) percevejo-bronzeado em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, 2016.

MASSON, M. V.; TAVARES, W. D. S.; LOPES, F. D. A.; SOUZA A. R. D.; FERREIRA-FILHO, P.J.; BARBOSA, L. R.; WILCKEN C. F.; ZANUNCIO, J. C. *Selitrichodes neseri* (Hymenoptera: Eulophidae) recovered from *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) galls after initial release on eucalyptus (Myrtaceae) in Brazil, and data on its biology. **Florida Entomologist**, v.100, p. 589–593, 2017.

MENDEL, Z.; PROTASOV, A.; FISHER, N.; LA SALLE, J. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on Eucalyptus. **Australian Journal of Entomology**, v.43, n.1, p.101-113, 2004.

MEYERSON, L.A.; MOONEY, H.A. Invasive alien species in an era of globalization. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, p. 199-208, 2007.

MONTOYA-CORREA, M.; MONTOYA-LERMA, J.; ARMBRECHT, I. ROPERO, M. C. G. Cómo responde la hormiga cortadora de hojas *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) a la remoción mecânica de sus nidos? **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle**, v. 8, n. 2, p. 1-8, 2007.

MORESSI, M.; NETO, A. M.; CREPALDI, R. A.; CARBONARI, V.; DEMÉTRIO, M. F.; SILVESTRE, R. Eficiência do controle mecânico de formigas cortadeiras (*Atta laevigata*) no reflorestamento com espécies nativas. **Biológico**, v. 69, n. 2, p. 471-473, 2007.

MOTA, T. A. **Bioecologia dos parasitoides *Selitrichodes neseri* e *Quadrastichus mendeli* (Hymenoptera: Eulophidae) em *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2020. 67 p.

MUELLER, U. G.; KARDISH, M. R.; ISHAK, H. D.; WRIGHT, A. M.; SOLOMON, S. E.; BRUSCHI, S. M.; CARLSON, A. L.; BACCI JR., M. Phylogenetic patterns of ant-fungus associations indicate that farming strategies, not only a superior fungal cultivar, explain the ecological success of leafcutter ants. **Molecular Ecology**, v. 27, n. 10, p. 2414-2434, 2018.

MUTITU, E. K.; GARNAS, J. R.; HURLEY, B. P.; WINGFIELD, M. J.; HARNEY, M.; BUSH, S. J.; SLIPPERS, B. Biology and rearing of *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid for the biological control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 5, p. 1979-1985, 2013.

NADEL, R.L.; NOACK, A.E. Current understanding of *Thaumastocoris peregrinus* in a quest for its management and control. **International Journal of Pest Management**, v. 58, n. 3, p. 257-266, 2012.

NAVA, D. E.; ZANARDI, O. Z.; MELO, M.; SILVA, S. D. A. **Insetos praga e benéficos na cultura do tungue**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

OLIVEIRA, H. N.; ESPINDULA, M. C.; DUARTE, M. M.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C. Development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) reared on guava leaves. **Brasilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, n. 3, p. 429-434, 2011.

OLIVEIRA, N. C. **Biologia de *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) em *Eucalyptus* spp. em diferentes temperaturas**. 2006. 82 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

PEREIRA, L. G. B. **A Lagarta-Parda, *Thyrinteina arnobia*, principal lepidóptero desfolhador da cultura do eucalipto**. Dossiê Técnico, Fundação Centro Tecnológico de Minas-CETEC/MG. 2007. 28p.

PERRI, D.; GOROSITO, N.; FERNANDEZ, P.; BUTELER, M. Plant-based compounds with potential as push-pull stimuli to manage behavior of leaf-cutting ants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 163, p. 150-159, 2017.

PRC - **Pew Research Center**. Disponível em < <https://www.pewresearch.org/> >. Acesso em: 25 abr. 2022.

RAMIREZ, A. L. G. **Fluctuacion poblacional del psilido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* y el efecto del control biológico con la avispa parasitóide *Psyllaephagus bliteus***. Cuautitlan Izcalli, 2003. 45p. Tesis de Maestria. Ingeniera Agrícola-Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Edo. de México, 2003.

RIBEIRO, M. F. **Parasitismo de populações de *Anaphes nitens* (Hymenoptera: Mymaridae) em *Gonipterus platen-sis* (Coleoptera: Curculionidae) e endossimbiontes associados.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2019. 74 p.

ROSADO-NETO, G.H.; MARQUES, M.I. Características do adulto, genitália e formas imaturas de *Gonipterus gibberus* Boisduval e *G. scutellatus* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, n. 1, p. 77-90, 1996.

SANGTONGPRAOW, B.; CHARERNSON, K.; SIRIPAT-ANADILOK, S. Longevity, fecundity and development time of *Eucalyptus* gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) in Kanchanaburi Province, Thailand. **Thai Journal of Agricultural Science**, v. 44, p. 155-163, 2011.

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C. Desenvolvimento de *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium guajava*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 13-22, 2000.

SOLIMAN, E. P.; SOLIMAN, E. P.; WILCKEN, C. F.; PEREIRA, J. M.; DIAS, T. K.; ZACHÉ, B.; DAL POGETTO, M. H.; BARBOSA, L. R. Biology of *Thaumastocoris peregrinus* in different eucalyptus species and hybrids. **Phytoparasitica**, v. 40, n. 3, p. 223–230, 2012.

SOSA-CALVO, J.; SCHULTZ, T. R.; JEŠOVNIK, A.; DAHAN, R. A.; RABELING, C. Evolution, systematics, and natural history of a new genus of cryptobiotic fungus-growing ants. *Systematic Entomology*, v. 43, n. 3, p. 549-567, 2018.

SOUZA, C. D. **Biologia e predação de *Atopozelus opsimus* Elkins, 1954 (Hemiptera: Reduviidae) sobre pragas do eucalipto.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2020. 79 p.

SOUZA, N. M.; JUNQUEIRA, L. R.; WILCKEN, C. F.; SOLIMAN, E. P.; CAMARGO, M. D.; NICKELE, M. A.; BARBOSA, L. R. **Ressurgência de uma antiga ameaça: Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* (Coleoptera: Curculionidae).** Circular Técnica 209. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2016. 20 p.

TOOKE, F. G. C. The eucalyptus snout beetle, *Gonipterus scutellatus* Gyll. a study of its ecology and control by biological means. Pretoria: **Department of Agriculture and Forestry**, 1955. 282 p.

TORRES, A. F.; LASMAR, O.; CARVALHO, G. A.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; ZANETTI, R.; OLIVEIRA, D. Atividade inseticida de extratos de plantas no controle de formiga cortadeira, em cafeeiro. **Coffee Science**, v. 8, n. 3, p. 371-378, 2013.

TRAVAGLINI, R. V.; STEFANELLI, L. E. P.; ARNOSTI, A.; CAMARGO, R. S.; FORTI, L. C. Isca encapsulada atrativa visando controle microbiano de formigas cortadeiras. **Tekhne e Logos**, v. 8, n. 3, p. 100-111, 2017.



WILCKEN, C. F.; SOLIMAN, E.; DE SÁ, L.; BARBOSA, L.; DIAS, T. R.; PEDRO FILHO, F.; OLIVEIRA, R. R. Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Delapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on Eucalyptus in Brazil and its distribution. **Journal of Plant Protection Research**, v. 50, n. 2, p. 201–205, 2010.

WILCKEN, C. F.; DO COUTO, E. B.; ORLATO, C.; FERREIRA-FILHO, P. J.; FIRMINO, D. C. Ocorrência do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) em florestas de eucalipto no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 201, p. 1-11, 2003.

WILCKEN, C. F.; FIRMINO-WILCKLER, D. C.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; DIAS, T. K. R.; LIMA, A. C. V.; DE SÁ, L. A. N.; FERREIRA-FILHO, P. J. Psilídeo-de-concha-do-eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore, pp. 883-897. In: Vilela, E.F, Zucchi, R.A. **Pragas introduzidas no Brasil insetos e ácaros**. Fealq, Piracicaba, SP. 2015.

WILCKEN, C. F.; OLIVEIRA, N. C. Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis* Marelli. In: VILLELA E. F.; ZUCCHI, R. A. **Pragas Introduzidas no Brasil: Insetos e Ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015.cap. 45, p. 779-791.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; SANTOS, J. C.; DA SILVA, W. L. P.; RIBEIRO, G. T.; LEMES, P. G. An overview of integrated management of leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian forest plantations. **Forests**, v. 5, n. 3, p. 439-454, 2014.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; SOUZA-SILVA, A.; MENDONÇA, L. A.; MATTOS, J. O. S.; RIZENTAL, M. S. Eficiência de produtos termonebulígenos no controle de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em plantio de eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1313-1316, 2008.

ZANUNCIO, J. C.; GUEDES R. N. C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, T. V. Uma década de estudos com percevejos predadores: conquistas e desafios. In - **Controle biológico no Brasil: parasitoide e predadores**. Manole, São Paulo, p. 495-505, 2002.

ZANUNCIO, J. C.; LIMA, J. O. G. Ocorrência de *Sarsina violascens* (Herrich Schaeffer, 1856) (Lep.: Lymantriidae) em eucalipto de Minas Gerais. **Brasil Florestal**, v. 6, n. 23, p. 48-50, 1975.

ZANUNCIO, J.C; SANTANA, D. L.; NASCIMENTO, E. C.; SANTOS, G. P.; ALVES, J. B.; SARTÓRIO, R. C.; ZANUNCIO, T. V. **Manual de pragas em florestas - Lepidoptera desfolhadores de Eucalipto: biologia, ecologia e controle**. Piracicaba: IPEF/SIF, 1993. 140 p.

ZHENG, X. L.; LI, J.; YANG, Z. D.; XIAN, Z. H.; WEI, J. G.; LEI, C. L.; WANG, X. P.; LU, W. A Review of invasive biology, prevalence and management of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae). **African Entomology**, v. 22, p. 6879, 2014.

# AS PRINCIPAIS DOENÇAS DA CULTURA DO EUCALIPTO (*Eucalyptus* spp.) NO BRASIL

**Lisandro de Proença Pieroni<sup>14</sup>**

**Lucas Antonio Benso<sup>15</sup>**

**Yerly Dayana Mira Taborda<sup>16</sup>**

**Cristiane De Pieri<sup>17</sup>**

**Edson Luiz Furtado<sup>18</sup>**

## INTRODUÇÃO

O eucalipto é a cultura florestal mais cultivada no Brasil e representa 77% da área total de florestas comerciais, com 6,97 milhões de hectares (IBÁ, 2019). Os plantios concentram-se principalmente nos estados de Minas Gerais (28%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%) (IBÁ, 2019). Contudo, mesmo com os plantios concentrados nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, a diversidade genética associada ao eucalipto possibilita seu plantio em diferentes condições edafoclimáticas e o direcionamento de sua matéria-prima para diversos setores, entre eles energético (carvão, lenha), construção civil (mourões, movelaria, painéis) e, principalmente, extração de celulose (produção de papel) (IBÁ, 2019).

---

<sup>14</sup> Engenheiro Florestal, M. Sc., Doutorando em Agronomia (Proteção de Plantas), FCA/UNESP, lisandro.pieroni@unesp.br

<sup>15</sup> Engenheiro Florestal, M. Sc., Doutorando em Ciência Florestal, FCA/UNESP, lucas.benso@unesp.br

<sup>16</sup> Engenheira Agrônoma, M. Sc., Doutoranda em Agronomia (Proteção de Plantas), FCA/UNESP, dayana.taborda@unesp.br

<sup>17</sup> Bióloga, Dra. em Ciência Florestal, FCA/UNESP, cristiane.pieri@unesp.br

<sup>18</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. em Fitopatologia, Docente na FCA/UNESP, edson.furtado@unesp.br

Um dos maiores desafios para a expansão e a produtividade da eucaliptocultura no Brasil é a ocorrência de problemas fitossanitários, principalmente ocasionado por doenças, que reduzem a produtividade da cultura e, conseqüentemente, geram prejuízos econômicos, desde a etapa de viveiro até plantios definitivos. Neste capítulo, comentamos sobre as principais doenças associadas à cultura do eucalipto no Brasil, organizadas em doenças que ocorrem estritamente na etapa de viveiro, em viveiro e campo e somente associadas a campo. Em relação as doenças, são apresentados aspectos relacionados aos agentes causais, sintomatologia e manejo.

## **DOENÇAS DO EUCALIPTO RESTRITAS AO VIVEIRO**

### **TOMBAMENTO DE MUDAS OU “DAMPING OFF”**

**AGENTES CAUSAIS:** *Cylindrocladium* spp., *Rhizoctonia solani* e *Botrytis cinerea*.

O tombamento de mudas (“*damping off*”) é uma doença causada por diferentes gêneros de fungos, geralmente associados e disseminados via solo e sementes infectadas. Os fungos associados a essa doença caracterizam-se por não apresentarem especificidade em relação ao hospedeiro e pelos prejuízos ocasionados nos viveiros, desde as fases de pré-germinação e germinação das sementes até as fases de emergência e pós-emergência das plântulas (LILJA et al., 2010). Nas fases de pré-germinação e germinação, os fitopatógenos associados a esta doença infectam as sementes e impedem sua germinação. Já nas fases de emergência e pós-emergência das plântulas, ocasionam uma constrição na altura da base caulinar das plântulas, resultando em tombamento (MEDEIROS; COELHO, 2003).

O sintoma característico desta doença é uma lesão escura e/ou necrótica localizada na base do colo das mudas, que avança até curvar e secar os cotilédones, levando as mudas a morte (HORST, 2008). Em relação ao fitopatógeno *Cylindrocladium*, é comum observar a formação de uma película esbranquiçada sobre o tecido infectado, devido à esporulação do fungo. Em relação ao fitopatógeno *Botrytis cinérea*, a esporulação do fungo é de coloração cinza (DASILVA et al., 2010). No caso de *Rhizoctonia solani*, o micélio do fitopatógeno emerge do solo e cresce no caule e sobre as folhas das mudas, resultando na presença de mela das plântulas e no crescimento de uma teia micelial no hospedeiro. Os filamentos de micélio tornam-se castanho-claros e ramificados, colonizando rapidamente o tecido infectado (OLD et al., 2000).

Os fitopatógenos associados à doença são disseminados pelo vento, substratos, água de irrigação e pelo transporte de material infectado entre viveiros (LOPES; MICHEREFF, 2018). As espécies do gênero *Cylindrocladium* sobrevivem a condições ambientais adversas através da formação de estruturas de resistência. Desta forma, o fitopatógeno hiberna e sobrevive no solo e em tecidos de plantas infectadas. Quando as raízes das mudas entram em contato com solo infectado, essas estruturas do fungo germinam e ocorre a infecção, sem necessidade de ferimentos (MICHEREFF; ANDRADE; MENEZES, 2005).

Em relação ao manejo, como a resistência da planta hospedeira aos fitopatógenos que causam o tombamento é baixa, as práticas culturais são importantes para prevenção e controle da doença (LILJA et al., 2010). Primeiramente, deve-se estabelecer um adequado arejamento das mudas, com

objetivo de proporcionar ventilação e evitar adensamento e superlotação no espaço estabelecido, além de utilizar sementes livres de fitopatógenos e plantá-las em profundidade rasa para facilitar sua emergência. A irrigação deve ser regulada e o substrato, de qualidade, livre de fitopatógenos e que possibilite drenagem hídrica adequada. Além disso, os procedimentos de higienização ou *roughing* (remoção de material vegetal infectado dos viveiros) são necessários para a exclusão desses fitopatógenos, principalmente na etapa de fechamento de canteiros (FERREIRA; MILANI, 2012). Finalmente, é possível que seja necessário pulverizações com fungicidas preventivos, mediante recomendações profissionais.

## **PODRIDÃO DE RAÍZES**

**AGENTES CAUSAIS:** *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., e *Fusarium* spp.

A podridão de raízes é uma doença causada por diferentes fitopatógenos de solo que prejudicam o sistema radicular das plantas. A doença é comumente encontrada em viveiros com sistemas de produção de mudas em tubetes. Entre os principais agentes causais, estão os organismos oomicetos *Phytophthora* spp. e *Pythium* spp., (SIMAMORA et al., 2018) e o fungo *Fusarium* spp. (MARČIULYNAS et al., 2020). Em relação ao *Fusarium*, este é um fungo de solo que, além da podridão de raízes, também ocasiona outras doenças em viveiros veiculadas pelo solo, como o tombamento de mudas ou “*damping off*” (MARČIULYNAS et al., 2020).

As mudas infectadas exibem inicialmente sintomas semelhantes a estresses hídricos, como amarelecimento, seca e clorose foliar, morte do dossel e escurecimento de raízes.

Posteriormente, a infecção forma lesões necróticas ou podridão nas raízes, com consequente morte do hospedeiro (UMAMI; PARKER; ARNDT, 2021). A infecção de *Pythium* e *Phytophthora* pode ocorrer por diferentes estruturas do fitopatógeno presentes no solo, como esporângios, oósporos, zoósporos e micélios. Quando a infecção ocorre pelos zoósporos presentes no solo, estes são atraídos por exsudatos radiculares, germinam na zona celular do revestimento radicular e desenvolvem seu micélio nas células corticais, floema e xilema das raízes finas infectadas (UMAMI; PARKER; ARNDT, 2021). Finalmente, a infecção prejudica o desenvolvimento das raízes e as mudas não realizam adequadamente suas funções vitais de absorção hídrica e colapsam.

As condições que favorecem o desenvolvimento de epidemias de podridão de raízes incluem alta temperatura, irrigação excessiva, drenagem deficiente e alta densidade de mudas. A severidade da doença também é favorecida quando as plantas estão em condição de estresse, por exemplo, excesso de água (WILLIAMSON et al., 2007). Em relação a disseminação, esses fitopatógenos são disseminados por material orgânico no solo e sobrevivem por meio de suas estruturas de resistência. Além disso, podem ser transportados via sementes infectadas, solo, água de irrigação contaminada e restos vegetais (MARČIULYNAS et al., 2020; SCHROEDER et al., 2013).

Em relação ao manejo da doença, é necessário atenção ao preparo do substrato, adubação e irrigação. É importante realizar adequado preparo do adubo e substrato, a fim de evitar queima por excesso. Da mesma forma, no caso do adubo

orgânico, deve-se garantir total decomposição do material para evitar danos no tecido radicular. A inocuidade do substrato pode ser garantida por meio de tratamento térmico ou físico (BARBIERI; FONTANA, 2018). Por fim, recomenda-se implementar as mesmas estratégias mencionadas para manejo do tombamento de mudas ou “*damping off*”.

## **PODRIDÃO DE ESTACAS**

**AGENTES CAUSAIS:** *Cylindrocladium* spp., *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* e *Botrytis cinerea* .

A podridão de estacas ocorre durante a produção de mudas de eucalipto por meio de estacas e mini estacas. A doença é responsável pela redução na obtenção final de mudas de eucalipto nos viveiros, principalmente por prejudicar o enraizamento das estacas (PIERI et al., 2017). Os principais fitopatógenos associados à doença nos viveiros são *Cylindrocladium* spp. e *Rhizoctonia* spp.

O principal sintoma da doença é uma lesão escura e úmida que geralmente ocorre na base da estaca e progride pelo tecido, escurecendo-o até atingir seu ápice. O progresso da podridão ocasiona morte celular vegetal, comprometendo a capacidade da estaca de enraizar e inviabilizando sua função (SANTOS; AUER; ALBINO, 2001). Em relação ao fitopatógeno *Cylindrocladium* spp, a lesão ocorre de forma intercalar, limitada acima e abaixo por tecidos sadios e é coberta por uma esporulação branca, de aparência cristalina (FERRERIA; MILAN, 2012).



O inóculo responsável pela disseminação da doença nos viveiros pode estar presente no substrato utilizado ou em materiais contaminados, como bandejas, tubetes e ferramentas de corte utilizadas nos tratamentos culturais (ALFENAS et al., 2009). No caso de *Cylindrocladium* spp., o fitopatógeno produz estruturas de resistência que possibilitam sua sobrevivência em condições ambientais adversas. No solo, essas estruturas podem sobreviver por períodos de até 5 anos (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN, 2011).

As medidas de manejo utilizadas devem ser, primeiramente, preventivas, com objetivo de evitar a introdução dos fitopatógenos nos viveiros. As práticas culturais, entre outras, de desinfestação de ferramentas e itens (por exemplo, bandejas e tubetes) e eliminação de material com suspeita de contaminação (ZAUZA; FERREIRA, 2020) devem ser realizadas. O substrato usado deve ser livre de fitopatógenos e desinfestado mediante tratamento físico ou químico. Além disso, inoculações de cepas biologicamente ativas do fungo *Trichoderma*, podem oferecer bons resultados no manejo da doença, quando inoculadas no substrato antes da semeadura (SANTOS; AUER; ALBINO, 2001). Na fase de aclimação, recomenda-se que ao menos uma operação de *roughing* seja realizada, de maneira preventiva. Na ocorrência de surtos severos da doença, recomenda-se realizar pulverizações com fungicidas, mediante recomendações profissionais (FERREIRA; MILANI, 2012).

## MOFO CINZENTO

**AGENTE CAUSAL:** *Botrytis cinerea*.

A doença é ocasionada pelo fungo *B. cinerea*, fitopatógeno que, além do eucalipto, infecta centenas de espécies vegetais e ocasiona grande prejuízos em cultivos em todo mundo (WEIBERG et al., 2013). No Brasil, a doença é comumente detectada em viveiros de eucalipto localizados na região Sul e constitui um problema durante as fases iniciais de estabelecimento da cultura (SANTOS; AUER; ALBINO, 2001).

A doença se inicia nos brotos e nas folhas jovens da parte aérea da planta, com conseqüente enrolamento e seca foliar. A planta torna-se predisposta à infecção quando se encontra em condição de estresse (por exemplo, geadas ou danos físicos) (MARČIULYNAS et al., 2020). Posteriormente, um micélio de coloração cinza produzido pelo fitopatógeno recobre a planta (KRUGNER; AUER, 2005). Em algumas ocasiões, as lesões são encharcadas de água e circundadas por uma franja roxa profunda (KEANE et al., 2000). O fitopatógeno também possui a capacidade de sobreviver sob a forma de estruturas de resistência, as quais, sob condições ambientais favoráveis, germinam e colonizam diretamente o hospedeiro. Após a colonização, as hifas produzem conidióforos e conídios que podem ser disseminados pelo vento, correntes de ar e /ou pelo próprio material vegetal infectado (MEDEIROS; COELHO, 2003). O fitopatógeno pode ser introduzido no viveiro via sementes infectadas ou água de irrigação. Além das lesões nos brotos e nas folhas, a doença também ocorre em estacas e/ou em mudas de eucalipto. A doença ocasiona perdas de mudas nos viveiros que, em al-

guns casos, são superiores a 50% (ZALDÚA; SANFUENTES, 2010).

O manejo da doença baseia-se principalmente no uso de práticas culturais, como: desinfestação de tubetes e bandejas, adequada aeração e espaçamento entre mudas, uso de substratos e água de irrigação livres de fitopatógenos, irrigação adequada, adubação equilibrada e eliminação de material contaminado dos viveiros. Na fase de aclimatação, é recomendável realizar a prática de *roughing*, quando necessário. Quando possível, recomenda-se o uso de variedades de eucalipto tolerantes à doença (SBRAVATTI et al., 2016). Em situações específicas, é possível que seja necessário o uso do controle químico de maneira preventiva e/ou curativa, por exemplo, com uso de óxido de cobre ou clorotalonil. Porém, tal uso deve ser recomendado profissionalmente.

## OÍDIO

**AGENTE CAUSAL:** *Podosphaera pannosa*.

O oídio é uma das principais doenças foliares que ocorrem em viveiros e casas-de-vegetação de eucalipto. A doença é frequentemente encontrada em viveiros e minijardins clonais que utilizam fertirrigação por gotejamento, devido ao baixo nível de molhamento foliar na superfície das plantas, o que favorece o ciclo de vida do fitopatógeno (ALFENAS et al., 2009). No Brasil, a doença está associada ao fitopatógeno *Podosphaera pannosa* e já foi registrada em diferentes clones de eucalipto, em diferentes regiões do país (FONSECA et al., 2017). Esse fitopatógeno caracteriza-se por ser um fungo biotrófico, ou seja, necessita do hospedeiro vivo para obter nutrientes do interior das células vegetais e completar seu

ciclo de vida (BEDENDO, 2018). Em razão do hábito biotrófico, a doença comumente não mata seu hospedeiro. Entretanto, diversos processos fisiológicos da planta são prejudicados, principalmente aqueles associados à fotossíntese, em consequência da redução da área fotossintética da planta pela presença do fitopatógeno. Com isso, também ocorre aumento da taxa de transpiração e respiração celular (BEDENDO, 2018), deformação do limbo foliar, necrose, queda das folhas e superbrotamento (AUER et al., 2016). Em minijardins clonais, a doença reduz o número de estacas, diminui a qualidade da matriz e afeta o enraizamento das estacas na casa-de-vegetação (AUER et al., 2016).

Os sintomas ocasionados pela doença são facilmente reconhecidos e se caracterizam pela formação de uma camada esbranquiçada de aspecto pulverulento na superfície foliar, em ramos novos, gemas e flores afetadas (BEDENDO, 2018). Essa camada esbranquiçada é composta por micélios, conídios e conidióforos, estruturas do fitopatógeno (BEDENDO, 2018). A disseminação do fitopatógeno nos viveiros é realizada principalmente pela água e ventos (ALFENAS et al., 2009). A água, por meio dos respingos, dissemina os conídios do fungo de uma planta infectada para plantas saudáveis vizinhas. O vento dissemina os conídios a longas distâncias. Chuvas fortes, porém, prejudicam sua dispersão, pois eliminam as estruturas superficiais do fitopatógeno na superfície foliar (ALFENAS et al., 2009).

O controle do oídio é realizado com uso de híbridos de eucalipto resistentes, fungicidas ou produtos alternativos (AUER et al., 2016). Os produtos alternativos utilizados incluem o uso de leite de vaca cru (10 a 20%), solução de bi-

carbonato de sódio e suspensões de bactérias do gênero *Bacillus* spp em extrato de esterco (AUER et al., 2016). De acordo com o AGROFIT ([www.agrofit.agricultura.gov.br](http://www.agrofit.agricultura.gov.br)), existem os seguintes ingredientes ativos registrados para o controle de oídio em eucalipto: azoxistrobina + difenoconazol, difeconazol e piraclostrobina + metconazol. É importante que o controle seja realizado mediante recomendação profissional.

## **MANCHA FOLIAR BACTERIANA**

**AGENTES CAUSAIS:** *Xanthomonas* spp. e *Pseudomonas* spp.

No Brasil, os primeiros registros da mancha foliar bacteriana do eucalipto são do estado de São Paulo, durante a década de 1990, associados aos agentes causais *Pseudomonas cichorii* e *Xanthomonas* spp. Posteriormente, diversas espécies dentro dos gêneros *Pseudomonas* e *Xanthomonas* foram detectadas associadas à mancha bacteriana em eucalipto, em diversas regiões do país (GONÇALVES et al., 2008). Nos viveiros, as estacas e as mudas podem se infectar e morrer, resultando em perda de material propagativo. No Brasil, no início dos anos 2000, a doença ocasionou um prejuízo aproximado de 8 milhões de dólares em viveiros clonais de eucalipto (ALFENAS et al., 2009).

A doença apresenta os sintomas comumente associados a infecções bacterianas, que incluem lesões angulares, úmidas e translúcidas nas folhas que avançam principalmente ao longo da nervura central e presença de necroses em ramos jovens. Com o progresso da doença, as lesões foliares coalescem na parte superior do limbo e apresentam aparência resse-

cada e necrótica, danos que reduzem diretamente a área fotossintética da planta (PALLADINO; PEREZ; PEREZ, 2016). No entanto, é possível observar variações destas manchas foliares associadas às infecções bacterianas, em função de fatores como material genético e fenologia das plantas. Além de manchas foliares, as bactérias do gênero *Xanthomonas* causam desfolha nas mudas, principalmente em épocas chuvosas com temperaturas elevadas (GONÇALVES et al., 2008).

A incidência e a severidade da doença estão associadas a diferentes fatores. Em relação à fenologia da planta, a severidade da doença aumenta com a idade das folhas, sendo que as folhas completamente expandidas se tornam susceptíveis à infecção (NEVES et al., 2014). Em viveiros com irrigação via aspersão, a lâmina de água formada sobre as folhas contribui para a multiplicação e para a infecção bacteriana (MACHADO et al., 2013). Em relação à temperatura, a faixa ótima para o desenvolvimento da doença é de 26-30°C (NEVES et al., 2014).

As recomendações para manejo da doença iniciam-se com o uso de mudas sadias e, quando possível, a utilização de materiais genéticos resistentes à doença. As práticas de controle culturais devem ser periodicamente realizadas, principalmente a remoção de plantas sintomáticas do viveiro, irrigação adequada e evitar ferir as plantas durante os tratamentos culturais (ALFENAS et al., 2009).

## DOENÇAS DO EUCALIPTO QUE OCORREM EM VIVEIRO E CAMPO

### MANCHA FOLIAR DE *Calonectria*

As doenças causadas por fungos do gênero *Calonectria* (fase anamórfica = *Cylindrocladium*) afetam diversas culturas agrônômicas e florestais em todo mundo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (LOMBARD et al., 2010a, VITALE et al., 2013, ALFENAS et al., 2015, LOMBARD et al., 2015, LOMBARD et al., 2016, LIU et al., 2020). É considerada uma das principais doenças do eucalipto (CROUS et al., 2019), principalmente na América do Sul (FERREIRA, 1989, RODAS et al., 2005, ALFENAS et al., 2015), Ásia (CHEN et al., 2011, OLD et al., 2003, LOMBARD et al., 2015, YE et al., 2017, WANG et al., 2019, WANG, CHEN, 2020), África (CROUS et al., 1991, CROUS et al., 1993) e Austrália (LOMBARD et al., 2010a, LOMBARD et al., 2010b, LOMBARD et al., 2010c). No Brasil, a doença ocorre em viveiros (BLUM et al., 1992, FERREIRA et al., 2012) e em plantios definitivos (ALFENAS et al., 2015, REZENDE et al., 2017) e ocasiona lesões foliares e severo desfolhamento das plantas, principalmente em genótipos suscetíveis e em climas quentes e úmidos, como das regiões norte e nordeste (FERREIRA et al. 1995, ALFENAS, 2009, ALFENAS et al., 2016, FREITAS et al., 2019).

Os sintomas causados por estes fungos em espécies do gênero *Eucalyptus*, além das manchas foliares, incluem tombamento de mudas (“damping off”), podridão de raízes, canchros e queima de brotos (ALFENAS et al., 2009). Em campo, os principais sintomas são as lesões foliares (FERREIRA et al. 1995, ALFENAS et al., 2016), que, em genótipos suscetíveis

veis, tornam-se necróticas, induzindo intensa desfolha nos terços basais, medianos e apical das copas das árvores, principalmente a partir dos seis meses até o segundo e terceiro anos de plantio (FERREIRA, 1989, FERREIRA et al. 1995, ALFENAS et al., 2004, ALFENAS, 2009, ALFENAS et al., 2016, FREITAS et al., 2019). Embora as perdas totais causadas pela doença em plantios comerciais não tenham sido quantificadas com precisão, o impacto no desenvolvimento das plantas é evidente. As lesões e o desfolhamento reduzem a área fotossintética das plantas e facilitam a entrada de fitopatógenos secundários e o crescimento de plantas invasoras, devido à entrada de luz na floresta (ALFENAS, 2009). Além disso, altos níveis de desfolha nas fases iniciais de desenvolvimento da planta resultam em redução de crescimento em diâmetro e altura (MATRANGOLO et al., 2010) e podem reduzir em até 45% o volume de madeira ao final do ciclo (PULROLNIK et al. 2005).

A ocorrência da fase anamórfica *Cylindrocladium* foi constatada no Brasil na década de 30, em plantas de eucalipto provenientes do Horto Florestal da Cantareira (ARRUDA, 1940; APARECIDO, 2005). Na década de 70, a doença foi observada em áreas comerciais de *Eucalyptus grandis*, com mais de 80% das árvores apresentando severa desfolha (ALFENAS et al., 2015, SANTOS; AUER; GRIGOLETTI JR., 2001). Já na década de 90, no sudeste da Bahia e do Pará, a espécie *Calonectria pteridis* foi relatada causando desfolha em plantações comerciais de *Eucalyptus grandis* (FERREIRA et al. 1995). Desde então, outras espécies do gênero *Calonectria* foram descritas associadas a sintomas em diferentes espécies de eucalipto no Brasil (ALFENAS et al. 2015, FERNANDES et al., 2016, SOARES et al., 2019). Entretanto,



to, *Calonectria pteridis* é a espécie mais comum encontrada em plantios comerciais (ALFENAS et al. 2015, LOMBARD et al., 2016), principalmente em procedências de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. cloeziana*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. urophylla* e no híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* (ALFENAS et al. 2009).

Os fungos do gênero *Calonectria* situam-se taxonomicamente no filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Hypocreales e família Nectriaceae. (LOMBARD et al., 2010a, LOMBARD et al., 2010d, LIU et al., 2020). A fase teleomórfica é representada pelo gênero *Calonectria* spp. e se caracteriza morfológicamente pela formação de peritécios, ascas e ascósporos (LOMBARD et al., 2010a, LOMBARD et al., 2010d, LIU et al., 2020). Já a fase anamórfica, representada pelo gênero *Cylindrocladium*, é caracterizada por conidióforos penicilados que originam uma estrutura denominada estipe, com uma vesícula terminal de forma variada e conídios cilíndricos (LOMBARD et al., 2010a, LOMBARD et al., 2010d, LIU et al., 2020). Este ciclo biológico permite que o fungo sobreviva na forma de escleródios e saprofiticamente em tecidos de plantas infectadas no solo (REHN et al 2004, WANG et al., 2019) por longos períodos, onde ocorre sua reprodução sexuada. Os ascósporos são dispersos para as folhas e ramos da copa das árvores durante a estação chuvosa, iniciando seu ciclo novamente. Por essa razão, a serapilheira é uma das principais fonte de inóculo do patógeno em plantios comerciais (FERREIRA, 1989, ALFENAS et al., 2009).

Atualmente, são reconhecidas 120 espécies de *Calonectria* spp. distribuídas em 11 complexos (*C. Brassicae*, *C. Candelabra*, *C. Colhounii*, *C. Pteridis*, *C. cylindrospora*, *C. Gracilipes*, *C. Kyotensis*, *C. Mexicana*, *C. Naviculata*, *C. Reteaudii*, *C. Spathiphylli*) (LIU et al., 2020). No Brasil, sabe-se que existem ao menos 55 espécies deste gênero no solo e associadas a plantas sintomáticas em plantios comerciais de eucalipto (ALFENAS et al., 2015, FERNANDES et al., 2016, LOMBARD et al., 2016, FREITAS et al., 2019). Essas espécies estão representadas pelos complexos *Calonectria pteridis*, *Calonectria candelabra*, *Calonectria brassicae* e *Calonectria cylindrospora* (ALFENAS et al., 2015, FERNANDES et al., 2016, LOMBARD et al., 2016, FREITAS et al., 2019). A maior diversidade de espécies se encontra no solo. No entanto, é incerto se esses fitopatógenos são nativos ou foram introduzidos com o estabelecimento das plantações comerciais (ALFENAS et al., 2015, LOMBARD et al., 2016). Além disso, é necessário determinar se essas espécies apresentam risco potencial para as plantações de eucalipto e outras culturas no Brasil (ALFENAS et al., 2015, LOMBARD et al., 2016). As espécies do complexo *Calonectria candelabra* estão associadas principalmente a doenças em mudas nos viveiros (FERREIRA et al., 2012) e as espécies do complexo *Calonectria pteridis*, a lesões foliares e desfolha em plantios comerciais de eucalipto (ALFENAS et al., 2015).

O uso de genótipos resistentes é a estratégia mais efetiva e econômica para controle da doença em campo (ALFENAS et al., 2009). Entretanto, a seleção de genótipos resistentes é difícil, uma vez que várias espécies de *Calonectria* estão associadas à doença. Em viveiros, é possível realizar o controle utilizando-se produtos químicos. Entretanto,

essa estratégia é financeiramente, operacionalmente e ambientalmente inviável no campo, em razão das extensas áreas das plantações comerciais e porque a doença afeta plantas a partir dos 6 meses, quando já possuem um dossel abundante (ALFENAS et al., 2009). Em viveiros, o uso das práticas culturais de manejo (por exemplo, *roughing*) devem ser realizadas para evitar a chegada e o estabelecimento do inóculo do fitopatógeno na área. A nutrição N, P e K também pode ser utilizada como estratégia no manejo da doença, minimizando as perdas em produção de mudas e volume de madeira devido ao desfolhamento causado pelo fungo (ZARPELON et al., 2019).

## FERRUGEM DO EUCALIPTO

*Austropuccinia psidii* (G. Winter) Beenken (sin. *Puccinia psidii* Winter) – Sphaerophargmiaceae pertence a um grupo de patógenos vegetais que apresentam alta especificidade por seus hospedeiros, sendo considerado um parasita ecologicamente obrigatório (FERREIRA, 1983; CASTRO et al., 1983; FIGUEIREDO, 2001). Este patógeno tem ampla distribuição geográfica e é considerado o agente causal da ferrugem das mirtáceas, devido à sua grande especificidade a esta família. Entre as espécies de mirtáceas, encontra-se o eucalipto, de grande interesse econômico, sendo a contaminação por *A. psidii* um dos principais problemas fitossanitários da cultura desde o estabelecimento na fase de viveiro até novos plantios no campo, abrangendo mudas de 30 dias até 24 meses e podendo ocasionar perdas significativas na produção e no desenvolvimento (PIERI, 2016).

O ciclo de *A. psidii* possui os estádios esporíferos ecial, uredinial, telial e basidial, sendo, portanto, uma ferrugem de ciclo incompleto (FIGUEIREDO et al., 1984). Dentro dos estádios esporíferos, o uredinial é considerado como estágio clonal e é o que mais se repete na natureza (FERREIRA, 1983). Considera-se que uma única pústula pode apresentar mais de 20 urédias e milhares de urediniósporos. Uma vez que as pústulas podem coalescer umas com as outras, os ramos e as folhas (principalmente na face abaxial), quando infectados, apresentam-se cobertos por uma esporulação de coloração alaranjada. Os urediniósporos variam quanto à forma, podendo ser piriformes e de esféricos a ovais, medindo 10-20 µm de largura x 15-25 µm de comprimento, apresentando ornamentações em sua parede externa (FERREIRA, 1989).

O ciclo de vida deste patógeno é iniciado quando o urediniósporo atinge uma brotação nova de uma espécie vegetal suscetível, iniciando assim a infecção (germinação, penetração, colonização e reprodução). A partir de seis dias após o estabelecimento da infecção, observa-se a presença de lesões, formando-se uma nova estrutura esporífera: os soros. Novos sítios doentes são formados quando esporos produzidos em uma lesão são depositados na superfície sadia do próprio ou de outro hospedeiro, causando nesta região novas infecções (FURTADO e SANTOS, 2001; PIERI, 2012). Este fungo infecta tecidos jovens, como brotações, gemas, inflorescências, caules, folhas e frutos no início do desenvolvimento. Nas folhas, as pústulas podem ser facilmente observadas na face abaxial (SILVEIRA, 1951; GALLI, 1980; FERREIRA, 1989; RUIZ et al., 1989 b).

A sintomatologia de *A. psidii* inicia-se com o aparecimento de pequenas pontuações/manchas de coloração amarelada que se desenvolvem em manchas circulares e necróticas e que são recobertas com uma densa camada pulverulenta de coloração amarelo-alaranjada, formada pelas estruturas reprodutivas do fungo, os urediniósporos. Posteriormente, os esporos são disseminados e, nesta mesma área, as lesões permanecem necróticas e secas. Observa-se ainda atrofiamento dos órgãos e enrugamento das folhas nas extremidades dos ramos, promovendo a morte do tecido. Os urediniósporos são disseminados facilmente pelo vento e pela chuva, irrigação, respingos de água, insetos e pássaros (RUIZ et al., 1989 a).

As mudas e plantas, quando afetadas pela doença, sofrem desfolha precoce, redução no crescimento, bifurcação e/ou, se atacados os ponteiros, perde-se a dominância apical. Os danos provocados pelo ataque de *A. psidii* em indivíduos suscetíveis podem chegar a perdas superiores a 30% no incremento anual da madeira para eucalipto. Em mirtáceas frutíferas, as perdas com frutos variam de 70 a 100% na produção (SILVEIRA et al., 1997; JUNQUEIRA et al., 1997).

Para o controle deste fitopatógeno em campo, deve-se considerar o plantio em zonas climáticas que sejam desfavoráveis ao estabelecimento do patógeno (temperaturas entre 21 e 23°C e umidade relativa que não favoreça mais de doze horas de molhamento foliar). Aplica-se o plantio com clones resistentes (por ex., espécies de *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. camaldulensis*, etc) e, para plantios jovens no campo e mudas de viveiros, o uso de fungicidas (tebuconazol, trifloxistrobina, ciproconazol, azoxistrobina, triforina, oxicarboxina, triadimenol e fosetil -

Alb) é uma outra forma de controle (AUER e SANTOS, 2021; PATHAN et al., 2020; SILVA, AZEVEDO e POLTRONIERI, 2014).

## MURCHA DE RALSTONIA

A murcha de *Ralstonia* é uma doença ocasionada por bactérias do gênero *Ralstonia*. Na cultura do eucalipto, duas espécies de *Ralstonia* estão associadas à doença: *R. solanacearum* (filotipo II, originário da América) e *R. pseudosolanacearum* - (filotipo I, originário da Ásia). A doença já foi constatada em *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus grandis*, *E. deglupta*, *E. grandis* x *E. urophylla*, *E. pellita*, *E. pilularis*, *E. resinifera*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*. No Brasil, sua ocorrência já foi relatada nos estados do Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Minas Gerais, Pará e Santa Catarina. Em 2005, a doença causou perdas em diversos viveiros de eucalipto distribuídos pelo Brasil, resultando em um prejuízo estimado de US\$27 milhões.

A doença ocorre tanto em plantas enviveiradas quanto em condição de campo e as infecções ocorrem tipicamente na fase de viveiro, por meio de água ou substrato contaminado. No viveiro, as mudas em fase de crescimento e rustificação e as cepas instaladas em minijardins clonais, quando infectadas, apresentam, inicialmente, avermelhamento da folhagem, formação de lesões aquosas próximo à nervura central e morte de raízes, com posterior seca foliar e da planta. As mini estacas de eucalipto podem ser contaminadas durante o processo de colheita por meio de ferramentas de poda contaminadas ou durante sua formação, caso sejam pertencentes a cepas doentes. Essas estacas apresentam avermelhamento das

folhas e apodrecimento dos seus tecidos. Por conta da condição de viveiro não predispor as plantas a condições severas de estresse, as mudas podem permanecer assintomáticas até serem levadas a campo, onde podem apresentar sintomas em até quatro meses de plantio. Em condições de temperatura elevada (maiores que 30°C), observa-se mortalidade das árvores doentes de um a dois meses após o plantio.

Na condição de campo, as plantas infectadas apresentam sintomas semelhantes aos observados em mudas em viveiro, com formação de trincamentos e brotações adventícias na base ou ao longo do caule, com posterior murcha e seca. As infecções em campo aparentemente ocorrem em associação a portas de entrada (por exemplo, injúrias na casca na região basal) ou condições de estresse vegetal (por exemplo, enovelamento radicular e deficiência de boro). Posteriormente à infecção, as bactérias associadas colonizam os vasos do xilema e obstruem e impedem o transporte de água para copa, interferindo nas funções fisiológicas normais da planta. As árvores doentes distribuem-se em reboleiras ou aleatoriamente no plantio e possuem padrão de crescimento desuniforme. Os tecidos internos de árvores, mini cepas e mudas afetadas apresentam descoloração típica, adquirindo coloração escurecida a avermelhada, com aparência úmida e formato irregular e abundante exsudação de pus bacteriano de coloração creme. Em plantios recém desmatadas, a incidência da doença pode chegar a até 40%.

A principal medida de manejo é evitar a contaminação durante a fase de viveiro, removendo-se plantas doentes e utilizando-se água e substrato livres do fitopatógeno. Nos minijardins clonais deve-se usar areia livre do fitopatógeno,

realizar a assepsia periódica da tesoura de coleta de estacas e orientar os funcionários para uso de luvas durante a coleta e estaqueamento das estacas. A água de irrigação do viveiro deve ser oriunda de poços artesianos, evitando-se usar água de poços caipiras ou de lagos sem tratamento prévio. A mudas devem ser mantidas em canteiros suspensos, sem contato com o solo, e bandejas e tubetes devem ser desinfestados antes de serem reutilizados. Em campo, deve-se plantar mudas comprovadamente livre de fitopatógenos, evitando a contaminação do solo. Recomenda-se o uso de materiais resistentes.

## DOENÇAS DO EUCALIPTO EM CAMPO

### MURCHA DE *Ceratocystis*

No Brasil, a murcha de *Ceratocystis* na cultura no eucalipto está associada ao fungo *Ceratocystis fimbriata*. Contudo, outras espécies também são relatadas como patógenos primários ou oportunistas ou somente como saprófitos. Dentre essas espécies estão *C. atrox*, *C. cercfabiensis*, *C. corymbiicola*, *C. eucalypticola*, *C. neglecta* e *C. pirilliformis*. Outras espécies, anteriormente classificadas como pertencentes ao gênero *Ceratocystis* também foram relatadas, como *Davidsoniella eucalypti* (sin. *C. eucalypti*), *Huntiella chinaeucensis* (sin. *C. chinaeucensis*), *H. cryptoformis* (sin. *C. decipiens*), *H. tyalla* (sin. *C. tyalla*), *H. oblonga* (sin. *C. oblonga*), *H. salinaria* (sin. *C. salinaria*) e *H. savannae* (sin. *C. savannae*). Essas espécies podem apresentar interação incerta com as árvores de eucalipto. A doença já foi relatada nos hospedeiros *C. variegata*, *E. globoidea*, *E. grandis*, *E. grandis* x *E. urophylla*, *E. nitens*, *E. pilularis*, *E. sieberi* e *E. urophylla* e



está presente nos estados da Bahia, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Tocantins.

A infecção do fitopatógeno ocorre na região do colo e/ou no sistema radicular das plantas, utilizando-se das células parenquimáticas da medula para ter acesso a diferentes alturas nas árvores infectadas. A partir da medula, o fungo coloniza os raios parenquimáticos que partem desse tecido e dirigem-se ao câmbio vascular, localizado abaixo da casca. Durante o processo de colonização ocorre a oxidação de fenóis que originam compostos do tipo melanina, que atuam na descoloração do lenho em formato de estrias radiais.

O fungo também coloniza os tecidos vasculares do lenho, resultando na sua obstrução pela formação de estruturas do fungo e da própria planta no interior dos vasos. Como consequência, ocorre o impedimento da translocação de seiva do xilema, não suprimindo as necessidades fisiológicas normais de água e solutos da parte aérea da planta, culminando em sintomas externos de avermelhamento (similar à deficiência nutricional) e murcha da folhagem, seguido pela seca das folhas, progredindo da seca em formato de “V” invertido até a completa seca. A folhagem passa a apresentar coloração castanha e permanece aderida as árvores doentes por determinado tempo. Devido ao declínio da parte aérea, ocorre um desbalanço hormonal, levando à formação de brotações adventícias ao longo do caule. Com o avanço da colonização dos tecidos internos, as árvores doentes passam a apresentar seca descendente (*dieback*), resultando em sua morte. Por conta de afetar também o câmbio vascular, pode-se observar a formação de depressões e lesões longitudinais no caule, podendo haver a exsudação de gomas a partir dos tecidos doentes.

Em campo, sintomas externos podem ser observados nas árvores a partir dos quatro meses, até dois ou três anos de plantio. A partir dessa idade, as árvores doentes tendem a permanecer assintomáticas até o final do ciclo. As árvores doentes se distribuem em reboleiras típicas, com plantas apresentando sintomas mais avançados ao centro e outras, com sintomas iniciais ou assintomáticas, nas bordas. Os sintomas externos de murcha e seca são mais facilmente constatados em campo durante os períodos quentes e secos do ano, visto que árvores doentes se tornam mais susceptíveis ao déficit hídrico. O fitopatógeno sobrevive no solo em restos de cultura e na forma de esporos de resistência do tipo clamidósporos

A doença tem como dano direto a redução do crescimento das árvores doentes e a redução no stand da floresta, por conta da mortalidade de árvores. Em plantios estabelecidos com clones susceptíveis em solos com alta densidade de inóculo, pode-se observar incidência superior a 40%. Como dano indireto, a doença causa a queda na qualidade da madeira produzida, apresentando menor densidade básica e elevando os teores de extrativos e de lignina, aumentando assim o consumo de reagentes e a quantidade de madeira consumida por tonelada de celulose produzida.

O manejo é realizado principalmente com o uso de materiais genéticos resistentes. Contudo deve-se atentar para a diversidade genotípica do fitopatógeno de acordo com a região, sendo que alguns clones de eucalipto se comportam como resistentes contra determinado genótipo do patógeno presente em um local, enquanto que, em outro local e frente, outro genótipo do fungo pode se comportar como susceptível.

## SECA DE PONTEIROS BACTERIANA

A seca de ponteiros bacteriana é causada pela bactéria *Erwinia psidii*, já relatada nos hospedeiros *Eucalyptus dunnii*, *E. globulus*, *E. globulus* subsp. *maidenii* e *E. grandis*. No Brasil, a doença está presente nos estados de Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo.

A colonização da bactéria ocorre na casca e em tecidos vasculares do lenho de ramos jovens, causando obstrução dos vasos e, conseqüentemente, bloqueio do fluxo normal de seiva. Em conseqüência, observamos a formação de bolhas na casca de ramos jovens, preenchidas por pus bacteriano, e seca do ponteiro dos ramos laterais afetados. Nos ramos doentes, também ocorre alteração da coloração típica de sua casca, tornando-se avermelhada, e formação de pequenas lesões na sua superfície, que ocasionam exposição do lenho após o descolamento. Com o progresso da doença, as lesões progredem e afetam também brotações em desenvolvimento. Na nervura principal das folhas e nos pecíolos também ocorre a formação de lesões, resultando na queda prematura das folhas doentes. O lenho abaixo dos tecidos lesionados apresenta coloração amarronzada, provavelmente devido à penetração de fitopatógenos oportunistas. As árvores susceptíveis podem apresentar sintomas de murcha e seca, com progressiva seca descendente (*dieback*). Os tecidos internos da planta afetada passam a apresentar coloração avermelhada, com abundante exsudação de pus bacteriano de coloração pálida, característica importante para diagnose e distinção da murcha de *Ralstonia*, causada por bactérias do gênero *Ralstonia* spp., cujo pus exsudado dos tecidos doentes tem colocação creme. A incidência ocorre em plantios de idade de dois meses a dois anos de plantio. As árvores afetadas podem apresentar perda da do-

minância apical e redução no crescimento, acarretando perda de produtividade da floresta.

O manejo pode ser feito por meio do uso de materiais resistentes e plantio em microrregiões desfavoráveis à incidência da doença e em épocas do ano desfavoráveis ao desenvolvimento do fitopatógeno.

### **CANCRO DE *Chrysoporthe***

No Brasil, essa doença está associada ao fitopatógeno *Chrysoporthe cubensis* e *C. doradensis*. Entretanto, em outros países também são relatadas as espécies *C. deuterocubensis* e *C. austroafricana*. Entre os hospedeiros estão *C. citriodora*, *E. deglupta*, *E. grandis*, *E. grandis* x *E. urophylla*, *E. marginata*, *E. pellita* e *E. saligna*. A doença ocorre de norte a sul no Brasil, com maiores danos em locais de clima quente (temperatura média acima de 23°C) e úmido (pluviosidade anual maior ou igual a 1.200mm). A incidência é tipicamente maior em regiões sujeitas a déficit hídrico ou solos pobres.

A doença ocorre em árvores a partir do quinto mês de plantio e o sintoma característico inclui lesões que se desenvolvem ao longo do caule das árvores doentes, que podem ou não ficar confinadas ao floema secundário e periderme, sem atingir o câmbio vascular. Em árvores jovens, com até um ano de idade, e em indivíduos de menor diâmetro pode ocorrer o anelamento da árvore, comprometendo suas funções fisiológicas normais e, conseqüentemente, arroxamento, murcha e seca da folhagem, seguidos por sua morte descendente.

As árvores mortas por essa doença tendem a distribuir-se aleatoriamente no plantio, geralmente em baixas proporções. As lesões caulinares incidem principalmente na região basal de árvores com até dois de idade e em diferentes alturas do caule após essa idade. Caso a lesão não atinja o câmbio vascular, a árvore pode se recuperar através da formação de novos tecidos abaixo do tecido doente, resultando no intumescimento do caule e na formação de trincas e desprendimento da casca na forma de tiras. Caso atinja o câmbio vascular, pode-se observar a formação de depressões na casca e escurecimento do tecido necrosado, contrastando com o sadio. A casca, neste caso, também apresenta trincamento e descolamento em tiras, contudo resultando na exposição dos tecidos do lenho e na formação do cancro típico, circundado por um calo cicatricial. Esses cancros apresentam formato semi-elipsoide ou elipsoide. O lenho abaixo do cancro pode apresentar descoloração, com penetração de microrganismos oportunistas. Nas cascas doentes, pode-se observar abundante presença de frutificações do fungo dos tipos picnídios e peritécios. Nessas estruturas pode-se observar, em condições de alta umidade, a exsudação de uma massa de esporos, conídios ou ascósporos, de coloração amarelada, sendo esse sinal útil no diagnóstico da doença. As árvores doentes podem apresentar formação de veios com exsudação de goma no local lesionado. A região do caule afetada pode se tornar susceptível à quebra pelo vento, devido ao comprometimento da resistência mecânica. Além disso, ocorre redução no crescimento, que, somada à mortalidade e quebra de árvores pelo vento, diminuindo a produtividade e o stand da floresta.

O manejo é realizado com uso de clones resistentes, com destaque para os clones pertencentes às espécies *E. cloeziana*, *E. paniculata*, *E. pellita* e *E. urophylla*. A espécie *E. grandis* é considerada de ótimo crescimento, entretanto, susceptível ao cancro de *Chrysoporthe*, sendo que o uso de clones do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* é visto como alternativa para se obter materiais produtivos e resistentes à doença. A espécie *E. saligna* apresenta baixa resistência ao fitopatógeno.

### **CANCRO de *Botryosphaeria***

A doença está associada a mais de 30 espécies de fungos pertencentes à família Botryosphaeriaceae. Dentre essas espécies, podemos citar *Botryosphaeria dothidea*, *B. fabiceriana*, *B. qingyuanensis*, *B. puerensis*, *B. ramosa*, *Cophiniforma mamane* (sin. *Botryosphaeria mamane*), *Diplodia corticola*, *D. seriata*, *Dichomera eucalypti*, *Lasiodiplodia brasiliensis*, *L. citricola*, *L. crassispora*, *L. gonubiensis*, *L. pseudotheobromae*, *L. rubropurpurea*, *L. theobromae*, *Neofusicoccum arbuti*, *N. australe*, *N. dianense*, *N. eucalyptorum*, *N. eucalypticola*, *N. kwambonambiense*, *N. macroclavatum*, *N. magniconidium*, *N. microconidium*, *N. ningerense*, *N. parvicnidium*, *N. parvum*, *N. ribis* (sin. *B. ribis*), *N. sinoeucalypti*, *N. yunnanense*, *Pseudofusicoccum stromaticum*, *P. adansoniae* e *P. kimberleyense*. A maior parte dessas espécies ainda tem associação inconclusiva com eucalipto. No Brasil, as espécies *B. dothidea*, *N. parvum* e *N. ribis* são as principais espécies associadas aos sintomas desta doença.

A doença já foi relatada em *C. citriodora*, *C. torelliana*, *E. camaldulensis*, *E. diversicolor*, *E. dorrigoensis*, *E. dunnii*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. grandis x urophylla*, *E. grandis x E. camaldulensis*, *E. marginata*, *E. microcorys*, *E. nicholii*, *E. ovata*, *E. pauciflora*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. scorparia*, *E. oblique* e *E. robusta*. A sua presença já foi relatada nos estados do Acre, Paraná e São Paulo, e ocorre principalmente em solos arenosos, pobres e sujeitos a déficit hídrico.

Os sintomas típicos da doença se manifestam como lesões na casca de ramos e caules, principalmente de tecidos jovens. Os tecidos verdes infectados apresentam alteração na sua coloração, tornando-se escurecidos devido à colonização dos tecidos da casca, com posterior necrose e morte. Os ramos e hastes jovens podem ser anelados, resultando na morte do ponteiro e perda da dominância apical das árvores afetadas, acarretando deformações no formato da árvore. Em caules e ramos com periderme formada, observa-se inicialmente a formação de depressões e trincas na casca, com posterior descolamento no formato de tiras, originando cancrós típicos, circundados por calo cicatricional. As árvores susceptíveis ou severamente atacadas podem apresentar sintoma de *dieback*, com seca generalizada dos ramos, podendo acarretar sua morte. A exsudação de gomas e descoloração do lenho abaixo da casca afetada pode ocorrer nos tecidos lesionados. Na superfície dos tecidos doentes pode ser observada a formação de picnídios e pseudotécios, contendo os conídios e ascósporos do fungo, respectivamente.

A doença incide principalmente em árvores submetidas a estresses, como os provocados por injúrias mecânicas, ocorrência de altas (escaldaduras) ou baixas temperaturas (geadas), déficit hídrico e deficiência nutricional. Dentre os nutrientes associados à predisposição do hospedeiro a essa doença, destaca-se o boro, devido ao seu papel na estabilidade da parede celular, uma vez que árvores deficientes se tornam susceptíveis à ocorrência de trincas na casca e apresentam velocidade de cicatrização de ferimentos reduzida. Desta forma, a formação de cancos ao longo do caule da árvore aumenta a susceptibilidade de quebra pelo vento.

Os fungos da família *Botryosphaeriaceae* podem ser isolados rotineiramente de tecidos saudáveis de *Eucalyptus*, indicando seu provável caráter endofítico, provavelmente aproveitando-se de condições de estresse para iniciar o processo infeccioso, resultando nos sintomas já citados. A doença incide principalmente em plantios com até dois de idade e os principais prejuízos estão relacionados a redução no crescimento e perda da forma retilínea da árvore, reduzindo seu valor para serraria.

O manejo da doença é realizado principalmente com uso de técnicas que minimizem os efeitos de estresses, como adubação adequada (principalmente de boro), aplicação de resíduos agrícolas e florestais compostados (para melhorar a qualidade do solo e a retenção de água), uso de materiais genéticos tolerantes a estresses e resistentes aos fitopatógenos e seleção e plantio de clones em ambientes recomendados.



## CANCRO DE *Teratosphaeria*

A doença está associada às espécies fúngicas *Teratosphaeria gauchensis* (sin. *Colletogloeopsis gauchensis*) e *Teratosphaeria zuluensis* (sin. *Coniothyrium zuluense*). É relatada em nove espécies de eucalipto: *E. benthamii*, *E. camaldulensis*, *E. dunni*, *E. grandis*, *E. nitens*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. urophylla* e *E. viminalis*. A doença ocorre na Argentina e Uruguai, entretanto sem relatos conclusivos no Brasil.

Em ramos jovens, a infecção provoca pequenas lesões necróticas, medindo de 2 a 15 mm de diâmetro. Com o progresso da doença, as lesões podem adquirir formato elíptico e unir-se a outras lesões, comprometendo, além do floema secundário, o câmbio vascular. Na casca doente é observada a formação de trincas, seguidas do seu descolamento, dando origem a cancos típicos devido à exposição do lenho. Nos tecidos doentes é possível observar também o extravasamento de gomas e formação de veios de kino, como reação da planta à infecção. Em árvores suscetíveis, pode ocorrer o anelamento do caule na região do terço superior, com posterior seca do ponteiro, formação de brotações adventícias e perda da dominância apical. Na superfície da casca doente é possível observar a formação de estruturas do fungo, do tipo picnídios, principalmente em tecidos jovens. A doença ocorre, principalmente, em árvores estressadas, devido ao déficit hídrico ou deficiência nutricional.

O uso de materiais resistentes à doença é indicado como única alternativa de manejo. Os clones *E. grandis* e seus híbridos aparentam ser susceptíveis ao fitopatógeno.

## RUBELOSE

A rubelose é uma doença causada pelo fitopatógeno *Necator salmonicolor* (sin. *Erythricium salmonicolor*). A doença é relatada nos hospedeiros *Eucalyptus. camaldulensis*, *E. saligna* e *E. urophylla* e seus híbridos, e está presente nos estados da Bahia, Espírito Santo, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo. Em regiões úmidas, com precipitação pluviométrica anual igual ou acima de 2.000 mm, a doença apresenta maior incidência

No Brasil, a doença raramente causa sérios danos. Contudo, em outros países pode ocasionar morte das árvores severamente afetadas. Os principais sintomas se manifestam como lesões em ramos e hastes finos, geralmente em uma mesma faixa de altura e próximos ao terço apical. As lesões podem resultar no anelamento da planta devido ao comprometimento do câmbio, floema secundário e, em alguns casos, do lenho. Com o progresso da doença, a folhagem do ramo ou caule anelado tende a se tornar amarelecido e secar. A formação de brotações adventícias abaixo do local anelado resulta na deformação da árvore. Em ramos ou caules grossos, que tipicamente não são anelados, observa-se o descolamento da casca necrosada, exibindo os tecidos internos do lenho, levando à manifestação do sintoma de cancro típico e, devido a essa fragilização, tornam-se susceptíveis à quebra pelo vento. É possível observar a formação de pústulas esparsas sobre o local colonizado, de coloração rósea, das quais se desenvolve um micélio de cor rosa a salmão, onde se formam os basídios e basidiósporos característicos do fungo. Esse micélio pode circundar a região afetada, cobrindo externamente os tecidos adjacentes.

Para o manejo desta doença é recomendado o uso de materiais resistentes.

### **CANCRO DE *Cytospora***

No Brasil, essa doença é ocasionada por *Cytospora ceratosperma* (sin. *Valsa ceratosperma*), *C. eucalypticola* e *C. sacculus*, enquanto em outros países pode ser causada por *C. australiae* e *C. agarwalii*. A doença é relatada em plantios de *Eucalyptus globulus*, *E. grandis* e *E. saligna*. Contudo, outras espécies de eucalipto podem ser hospedeiras potenciais. Possui ocorrência nos estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo, incidindo principalmente em locais de solo arenoso nutricionalmente pobres e sujeitos a déficit hídrico.

Os agentes causais desta doença se comportam, tipicamente, como fitopatógenos fracos na cultura do eucalipto e se aproveitam de condições de estresse, como deficiência nutricional e envelhecimento de raízes, para infectar seus hospedeiros. Os sintomas desta doença são semelhantes aos apresentados pelas lesões do cancro de *Chrysosporthe cubensis*, incidindo em alturas variadas do tronco, partindo desde a base e ocasionando necrose da casca das plantas afetadas. É relatada também a associação de espécies de *Cytospora* com a ocorrência de *dieback* e seca de ramos na cultura do eucalipto.

A principal medida de manejo recomendada é o uso de materiais resistentes.

### **PODRIDÃO DO CERNE**

A doença está associada a diversos fungos pertencentes aos filos Ascomycota e Basidiomycota, principalmente Hymenomycetes. Dentre esses, podemos citar *Pycnoporus*

*sanguineus*, *Inonotus rheades*, *Ganoderma* sp., *Peniophora* sp. e *Pestalotiopsis* sp. A doença já foi constatada em *Eucalyptus deglupta*, *E. diversicolor*, *E. grandis*, *E. microcorys*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. urophylla* e seus híbridos e sua incidência já foi observada em plantios nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Bahia, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Contudo, possivelmente pode ser encontrada em outros estados brasileiros.

Os sintomas se manifestam no apodrecimento do cerne, principalmente na região próxima a medula, normalmente sem levar as árvores afetadas à morte. A incidência pode chegar a mais de 60% das árvores do plantio. O principal tipo de podridão é a branca, quando ocorre a degradação da lignina, celulose, hemicelulose e extrativos pelos fungos associados, notada somente após o corte das árvores, enquanto, externamente, as árvores aparentam estarem saudáveis. A madeira apodrecida apresenta coloração esbranquiçada, rodeada por uma camada amarronzada, e, em níveis avançados de degradação, consistência semelhante a isopor, atingindo até 1/3 da altura da árvore.

Os fungos associados penetram em plantas vivas através de ramos e raízes mortas, ferimentos profundos ou ponteiros secos. A doença é verificada a partir dos quatro anos de plantio, idade em que se observa a presença de cerne nas árvores, com maior incidência em locais anteriormente cobertos por vegetação nativa. Como consequência, ocorre a depreciação das características físicas da madeira, principalmente quanto à sua resistência mecânica, reduzindo seu valor para serraria e uso como poste ou mourão. O lenho de árvores afetadas, quando empregado para produção de celulose, apre-

senta menor rendimento de celulose por m<sup>3</sup> de madeira, maior consumo de reagentes químicos durante o cozimento e branqueamento e queda na resistência e qualidade da fibra de celulose produzida. Quando associado a cupins, as árvores afetadas pela podridão do cerne podem tornar-se ocas.

A podridão do cerne pode ser detectada internamente nas árvores através de medidas não destrutivas baseadas na condutibilidade elétrica da madeira de árvores doentes, raios X, ressonância, micro-ondas e acústicos, visando detectar a presença de podridões internas. Não são relatados métodos curativos de manejo eficientes. Porém, recomenda-se reduzir a ocorrência de injúrias nas árvores e a realização de adubação adequada. Visando reduzir perdas na fábrica de celulose, pode-se realizar a classificação das toras de acordo com a severidade da podridão do cerne.

### **ESTROMAS NEGROS DE *Annulohyphoxylon***

A doença é associada principalmente a espécie fúngica *Annulohyphoxylon stygium* (sin. *Hypoxylon stygium*), tendo como hospedeiro a maioria das espécies de *Eucalyptus*. A doença já foi relatada no estado de Minas Gerais, principalmente em locais com predominância de temperatura elevada (variando de 10 a 35°C), mas provavelmente ocorre também em outros estados brasileiros.

A doença afeta principalmente toras estocadas, causando o apodrecimento do lenho e a formação de linhas zonais escuras na madeira nos sentidos longitudinal e transversal, correspondendo a estruturas formadas pelo próprio fungo durante a colonização. No interior dos vasos e na superfície da madeira, observa-se intensa colonização e formação de

estromas negros do fungo. Em consequência da infecção, ocorre o aparecimento de pontuações negras na polpa celulósica e o aumento do consumo de reagentes nos processos de cozimento Kraft, devido à dificuldade de dissolução dos estromas negros do fungo presente no lenho.

O fungo apresenta maior incidência em condições de alta umidade. Por isso, recomenda-se a estocagem das toras o menor tempo possível no pátio da fábrica e, caso feita em campo, deve ser realizada em céu aberto e em local bem drenado e limpo, não ultrapassando dois meses de estocagem. O pátio de estocagem da indústria deve ser bem drenado e ventilado, tomando-se o cuidado de posicionar as toras no sentido do vento dominante, reduzindo o acúmulo do ar úmido junto as toras. Em indústrias que realizam o cavaqueamento das toras antes da estocagem, os mesmos cuidados devem ser tomados, visto a elevada umidade e temperatura no interior das pilhas formadas, formando condições ideais para colonização do fungo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A eucaliptocultura nacional destaca-se pela sua produtividade, consequência de condições edafoclimáticas favoráveis e manejo eficiente. Entretanto, um dos principais problemas nos plantios, principalmente pelos danos diretos e indiretos ocasionados, é a ocorrência de doenças. Recentemente, diversas espécies de fitopatógenos foram identificados no Brasil, associados a plantas sintomáticas em viveiros e plantios comerciais. Desta forma, a correta identificação do agente causal, a quantificação adequada dos danos e prejuízos ocasionados, a seleção de clones resistentes e a testagem de medidas de controle que minimizem ou excluam a ação dos

fitopatógenos são fatores essenciais para elaborar estratégias de manejo e iniciar programas de melhoramento genético para a cultura do eucalipto. Diante destas necessidades, pesquisas que busquem caracterizar os diferentes patossistemas são necessárias para o desenvolvimento fitossanitário no setor florestal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A. C., et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2º Edição. (Editora UFV: Viçosa, MG, Brazil), 2009.

ALFENAS, A.C. et al. *Ralstonia solanacearum* em viveiros clonais de eucalipto no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 357-366, 2006.

ALFENAS, R. F., et al. *Calonectria metrosideri*, a highly aggressive pathogen causing leaf blight, root rot, and wilt of *Metrosideros* spp. in Brazil. *Forest Pathology*, 2013a, 43.4: 257-265.

ALFENAS, R. F., et al. Diversity and potential impact of *Calonectria* species in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Studies in Mycology**, 2015, 80: 89-130.

ALFENAS, R. F., et al. Mass spore production and inoculation of *Calonectria pteridis* on *Eucalyptus* spp. under different environmental conditions. **Tropical Plant Pathology**, 2013, 38.5: 406-413.

ALFENAS, R. F., et al. Screening of *Corymbia* and *Eucalyptus* species for resistance to *Calonectria pteridis* leaf blight. **Forest Pathology**, 2016, 46.1: 76-81.

AMORIM, L.; REZENDE, J.; BERGAMIN, A. **Manual de fitopatologia. Princípios e conceitos**. Quarta Edição. Sao Paulo, Brasil: CERES, 2011.

APARECIDO, C. C. Caracterização morfológica, patogênica, de Mating-type e genética de isolados de *Cylindrocladium* spp. e *Cylindrocladiella* spp. 2005. 72f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Botucatu, 2005.

APARECIDO, C. C. et al. Caracterização morfofisiológica de isolados do gênero *Cylindrocladium*. **Summa Phytopathologica**, 2008, 34.1: 38-47.

ARRIEL, D.A.A. et al. Wilt and die-back of *Eucalyptus* spp. caused by *Erwinia psidii* in Brazil. **Forest Pathology**, v. 44, p. 255–265, 2014.

ARRUDA, S.C. Estiolamento das mudinhas (*Cylindrocladium*) do eucalipto. **O Biológico**, São Paulo, v. 6, p. 161-162, 1940.

AUER, C.G.; DOS SANTOS, Á.F. A podridão do cerne em árvores vivas de eucalipto. Comunicado técnico 321, 2013.

AUER, C.G.; DOS SANTOS, A.F.; FURTADO, E.L. Doenças do Eucalipto. In. Amorim, L.; Resende, J.A.M.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A. (Eds). **Manual de Fitopatologia: Volume 2, Doenças das Plantas Cultivadas**. 5º edição. 810p. Ouro Fino, Editora Ceres, p. 359-372, 2016. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2012, 98p.



AUER, C.G.; SANTOS, A.F. dos. Pesquisa com doenças em eucalipto no Região Sul do Brasil. In: OLIVEIRA, E.B. de; PINTO JUNIOR, J.E. (Ed.). O eucalipto e a Embrapa: quadro décadas de pesquisa e desenvolvimento. Brasília, DF: Embrapa, Cap. 20, p. 781 – 793, 2021.

AUER, C.G.; SANTOS, A.F. dos; HALFELD-VIEIRA, B. de A. A podridão do cerne em árvores vivas no Brasil. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, 2012. (Suplemento)

AYLWARD, J.; ROETS, F.; DREYER, L.L.; Wingfield, M.J. *Teratosphaeria* stem canker of *Eucalyptus*: two pathogens, one devastating disease. **Molecular Plant Pathology**, v. 20, n. 1, p. 8–19, 2019.

BARBIERI, R.; FONTANA, D. Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. **Enciclopedia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 779, 2018.

BARNES, I. et al. *Ceratocystis pirilliformis*, a new species from *Eucalyptus nitens* in Australia. **Mycologia**, v. 95, n. 5, p. 865-871, 2003.

BARRADAS, C. et al. Impact of *Botryosphaeria*, *Diplodia* and *Neofusicoccum* species on two *Eucalyptus* species and a hybrid: From pathogenicity to physiological performance. **Forest Pathology**, 2017.

BEDENDO, I. P. Oídios. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2018. v. 1. p. 351-355.

BLUM, L. E. B. et al. Comparative pathology of *Cylindrocladium clavatum* and *C. scoparium* on *Eucalyptus* spp. and screening of *Eucalyptus* provenances for resistance to *Cylindrocladium* damping-off. **International Journal of Pest Management**, 1992, 38.2: 155-159.

CAIRES, N.P. et al. Host range of *Erwinia psidii* and genetic resistance of *Eucalyptus* and *Corymbia* species to this pathogen. **Forest Pathology**, 2019.

CARBONE, I., KOHN, L. M. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. **Mycologia**, 1999, 91.3: 553-556.

CARSTENSEN, G.D.; et al. Two *Ralstonia* species associated with bacterial wilt of *Eucalyptus*. **Plant Pathology**, v. 66, p. 393–403, 2017.

CHEN, S. et al. Novel species of *Calonectria* associated with *Eucalyptus* leaf blight in Southeast China. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, 2011, 26: 1.

CHEN, S.F. et al. Taxonomy and pathogenicity of *Ceratocystis* species on *Eucalyptus* trees in South China, including *C. chinaeucensis* sp. nov. *Fungal Diversity*, v, 58, p. 267–279, 2013.

COUTINHO, T.A. et al. A new shoot and stem disease of *Eucalyptus* species caused by *Erwinia psidii*. **Australasian Plant Pathology**, v. 40, p. 55–60, 2011.

COUTINHO, T.A.; WINGFIELD, M.J. *Ralstonia solanacearum* and *R. pseudosolanacearum* on *Eucalyptus*: Opportunists or Primary Pathogens? **Frontiers in Plant Science**, v.8, 2017.

CROUS, P. W et al. New records of *Cylindrocladium* and *Cylindrocladiella* spp. in South Africa. **Plant pathology**, 1993, 42.2: 302-305.

CROUS, P. W., et al. *Calonectria* species and their *Cylindrocladium* anamorphs: species with sphaeropedunculate vesicles. **Studies in mycology**, 2004, 50: 415-430.

CROUS, P. W., et al. Foliar pathogens of eucalypts. **Studies in mycology**, 2019, 94: 125-298.

CROUS, P. W.; et al. The genera *Cylindrocladium* and *Cylindrocladiella* in South Africa, with special reference to forest nurseries. **South African Forestry Journal**, 1991, 157.1: 69-85.

CROUS, P.W et al. Co-occurring species of *Teratosphaeria* on *Eucalyptus*. **Persoonia**, v. 22, p. 38–48, 2009.

DAHALI, R. et al. Influence of *Chrysosporthe deuterocubensis* Canker Disease on the Physical and Mechanical Properties of *Eucalyptus urograndis*. **Forests**, v. 12, n. 5, 2021.

DAMASCENO, V. F. F., et al. Comparison of two methods to elaborate and validate a diagrammatic scale for quantifying the severity of *Cylindrocladium* leaf spot on *Eucalyptus*. **Summa Phytopathologica**, 2014, 40.3: 248-255.

DASILVA, J. et al. Crescimento de *Cylindrocladium* sp. e *Botrytis cinerea* em meio de cultivo com silício. *Enciclopedia Biosfera*, v. 1976, p. 53–66, 2010.

DE ALONSO, S.K. et al. Isolamento e seleção de fungos causadores da podridão branca da madeira em florestas de

*Eucalyptus* spp. com potencial de degradação de cepas e raízes. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.145-155, 2007.

DE BEER, Z.W. et al. Redefining *Ceratocystis* and allied genera. **Studies in Mycology**, v. 79, p. 187-219, 2014.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. 1987.

DRAGINJA PAVLIC-ZUPANC, D. et al. Diversity, phylogeny and pathogenicity of Botryosphaeriaceae on non-native *Eucalyptus* grown in an urban environment: A case study. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 26, p. 139-148, 2017.

FERNANDES, R. A., et al. New phylogenetic lineage of *Calonectria* causing leaf blight in *Eucalyptus urophylla* in Mato Grosso, Brazil. **Nativa**, 2016, 4.2: 66-70.

FERREIRA, F. A. Ferrugem do *Eucalyptus cloeziana*. In: **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. p. 129-152.

FERREIRA, F. A. Ferrugem do *Eucalyptus cloeziana*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 7, p. 91-109, 1983.

FERREIRA, F. A. **Patologia Florestal. Principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa, MG, Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570 p.

FERREIRA, F. A., et al. A foliar eucalypt disease in tropical regions of Brazil caused by *Cylindrocladium pteridis*. **Fitopatologia Brasileira**, 1995, 20.1: 107-110.

FERREIRA, F.A.; MILANI, D. Diagnose Visual e Controle das Doenças Abióticas e Bióticas do Eucalipto no Brasil. 2012

FERREIRA, M. A., et al. Slow sand filtration eradicates eucalypt clonal nursery plant pathogens from recycled irrigation water in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, 2012, 37.5: 319-325.

FERREIRA, M.A. et al. Spatial-temporal patterns of Ceratocystis wilt in *Eucalyptus* plantations in Brazil. *Forest Pathology*, v. 43, p. 153-164, 2013.

FIGUEIREDO, M. B.; COUTINHO, L. N.; HENNEN, J. F. Estudos para determinação do ciclo vital de *Puccinia psidii* Winter. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 10, n. 3, p. 53-54, 1984.

FOELKEL, C.E.B.; BUSNARDO, C.A. Fenômeno de apodrecimento central do cerne de árvores vivas de *Eucalyptus*: qualidade da madeira. **IPEF**, n.33, p.31-38, 1986.

FONSECA, N. R. et al. Eucalypt powdery mildew caused by *Podosphaera pannosa* in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 42, p. 261-272, 2017.

FONSECA, N.R. et al. Molecular characterization of *Ralstonia solanacearum* infecting *Eucalyptus* spp. in Brazil. **Forest Pathology**, 2013.

FREITAS, R. G., et al. Genetic diversity and aggressiveness of *Calonectria pteridis* in *Eucalyptus* spp. **Plant Pathology**, 2019, 68.5: 869-877.

FREITAS, R.G. Detection and characterization of *Ralstonia pseudosolanacearum* infecting *Eucalyptus* sp. in Brazil. *Forest Pathology*. 2020.

FURTADO, E.L., SANTOS, C.A.G. Doenças em viveiros de *Eucalyptus* spp.: diagnóstico e manejo. Votorantim Celulose e Papel, Botucatu. 2001. 23 p.

GALLI, F. Doenças da goiabeira. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p. 335-337.

GONÇALVES, R. C. et al. Evaluation of bioassays to quantify *Cylindrocladium* inocula in soil. **Mycoscience**, 2001, 42(3), 261-264.

GONÇALVES, R. et al. Etiology of bacterial leaf blight of *eucalyptus* in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 3, p. 180–188, 2008.

GRAÇA, R. N., et al. Factors influencing infection of eucalypts by *Cylindrocladium pteridis*. **Plant Pathology**, 2009, 58.5: 971-981.

GRYZENHOUT, M. et al. *Chrysosporthe doradensis* sp. nov. pathogenic to *Eucalyptus* in Ecuador. **Fungal Diversity**, v. 20, p. 39–57, 2005.

GUTNER, L.S. Materials for a monograph of the genus *Cytospora*. **Acta Instituti Botanici Academiae Scientiarum**, v. 2, p. 411-484, 1934.

HAU, B.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia: Análise espacial. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; (ed.) **Manual de Fitopatologia**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v. 1, p. 667 – 695.

HORST, R. Plant Diseases and Their Pathogen. In: Westcott's plant disease handbook. Springer, Dordrecht, 2008.

HSIEH, H-M.; JU, Y-M.; ROGERS, J.D. Molecular phylogeny of *Hypoxylon* and closely related genera. **Mycologia**, v. 97, n. 4, p. 844-865, 2005.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Ibá 2019, São Paulo. 2019.

JUNQUEIRA, N. T. V. et al. Doenças e potencial de produção do *Psidium cattleianum-boi* (*Eugenia stipitata*) nos cerrados. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p. 272, 1997. Suplemento.

KEANE, P. et al. Diseases and pathogens of Eucalyptus. Australia: CSIRO, 2000.

KRUGNER, T.; AUER, C. Doenças de Eucaliptos. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas**. São Paulo: 4a Ed. Editora Ceres, 2005. p. 319 – 332.

LI, G.; SLIPPERS, B.; WINGFIELD, M.J.; CHEN, S. Variation in Botryosphaeriaceae from *Eucalyptus* plantations in YunNan Province in southwestern China across a climatic gradient. **IMA. Fungus**, v. 11, n. 22, 2020.

LI, G.Q. et al. Botryosphaeriaceae from *Eucalyptus* plantations and adjacent plants in China. **Persoonia**, v. 40, p. 63–95, 2018.

LILJA, A. et al. Fungal diseases in forest nurseries in Finland. *Silva Fennica*, v. 44, n. 3, p. 525–545, 2010.

LIU, F. et al. New *Ceratocystis* species from *Eucalyptus* and *Cunninghamia* in South China. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 107, p. 1451–1473, 2015.

LIU, Q. L., et al. Reconsideration of species boundaries and proposed DNA barcodes for *Calonectria*. **Studies in Mycology**, 2020, 100106.

LOMBARD, L. et al. Multigene phylogeny and mating tests reveal three cryptic species related to *Calonectria pauciramosa*. **Studies in Mycology**, 2010c, 66: 15-30.

LOMBARD, L. et al. New species, hyper-diversity and potential importance of *Calonectria* spp. from *Eucalyptus* in South China. **Studies in Mycology**, 2015, 80: 151-188.

LOMBARD, L. et al. Species concepts in *Calonectria* (*Cylindrocladium*). **Studies in Mycology**, 2010d, 66: 1-13.

LOMBARD, L., et al. *Calonectria* species associated with cutting rot of *Eucalyptus*. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, 2010b, 24: 1.

LOMBARD, L., et al. Phylogeny and systematics of the genus *Calonectria*. **Studies in Mycology**, 2010a, 66: 31-69.

LOMBARD, L., et al. The forgotten *Calonectria* collection: pouring old wine into new bags. **Studies in mycology**, 2016, 85: 159-198.



LOPES, U.; MICHEREFF, S. Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2018.

MACHADO, P. et al. Eradication of plant pathogens in forest nursery irrigation water. **Plant Disease**, v. 97, n. 6, p. 780–788, 2013.

MAFIA, R.G. et al. Estromas Negros de *Hypoxylon* spp. em Toras de Eucalipto como Fator Negativo da Qualidade da Madeira para Celulose. *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, n. 6, 2003.

MAFIA, R.G. et al. Impact of *Ceratocystis* wilt on eucalyptus tree growth and cellulose pulp yield. **Forest Pathology**, v. 43, p. 379-385, 2013.

MARČIULYNAS, A. et al. Fungi and oomycetes in the irrigationwater of forest nurseries. **Forests**, v. 11, n. 4, 2020.

MARIN-FELIX, Y.; et al. Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 1. **Studies in Mycology**, v. 86, p. 99-216, 2017.

MASOOMEH, G-N. et al. Digging Up the Roots: Taxonomic and Phylogenetic Disentanglements in Corticiaceae s.s. (Corticiales, Basidiomycota) and Evolution of Nutritional Modes. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, 2021.

MATRANGOLO, C. A. R. et al. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 952-957, 2010.

MEDEIROS, J.; COELHO, L. Resistance to fungicides of *Botrytis cinerea* Persoon ex fries, causal agent of eucalypt

seedling damping off in forest nurseries. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 27–36, 2003.

MICHEREFF, S.; ANDRADE, D.; MENEZES, M. Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005.

MONTOYA-ESTRADA, C.N. et al. Root infection and aerial colonization of eucalypt host plants by *Erwinia psidii*. **Tropical Plant Pathology**, v. 44, p. 251–257, 2019.

NELSON, S. C. A simple analysis of disease foci. **Phytopathology**, 1996, 86.4: 332-339.

NEVES, D. A. et al. Favorable conditions for *Xanthomonas axonopodis* infection in *Eucalyptus* spp. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 6, p. 428–433, 2014.

NKUEKAM, G.K.; WINGFIELD, M.J.; ROUX, J. *Ceratocystis* species, including two new taxa, from *Eucalyptus* trees in South Africa. **Australasian Plant Pathology**, v. 42, p. 283–311, 2013.

NKUEKAM, K.G. et al. *Ceratocystis* species, including two new species associated with nitidulid beetles, on eucalypts in Australia. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 101, p. 217–241, 2012.

OLD, K. M. et al. A manual of diseases of *Eucalyptus* in South-East Asia. Cifor, 2003.

OLD, K. M. et al. A manual of diseases of tropical acacias in Australia, South-East Asia and India. Indonésia: CIFOR, 2000.

PALLADINO, C.; PEREZ, G.; PEREZ, C. Vista de Enfermedades bacterianas de eucaliptos. Estado actual del conocimiento. *Bosque*, v. 37, n. 3, p. 451–460, 2016.

PATHA, A.K.; CUDDY, W.; KIMBERLY, M.O.; ADUSEI-FOSU, K.; ROLANDO, C.A.; PARK, R.F. Efficacy of fungicides Applied for protectant and curative activity Against myrtle rust. **Plant Disease**, vol. 104, n. 8, p. 2123 – 2129, 2020.

PIERI, C. de. Caracterização de *Puccinia psidii*, identificação de mirtáceas diferenciadoras de raças fisiológicas e estudos anatômicos do limbo foliar relacionados à resistência. 2012. 186 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

PIERI, C. et al. Principais doenças na Eucaliptocultura no Brasil. In: BALDIN, E.; ZANIN, A.; SILVA, I. Inovações em manejo fitossanitário. Botucatu, Brasil: **Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais FEPAF**, 2017. p. 232.

PILLAY, K. et al. Diversity and distribution of co-infecting Botryosphaeriaceae from *Eucalyptus grandis* and *Syzygium cordatum* in South Africa. **South African Journal of Botany**, v. 84, p. 38–43, 2013.

PULROLNIK, K. et al. Crescimento de plantas de clones de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, na região do cerrado. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 495-505, Aug., 2005

RAUF, M.R.B.A et al. Pathogenicity of *Chrysosporthe deuterocubensis* and *Myrtoporthe bodenii* gen. et sp. nov. on *Eucalyptus* in Sabah, Malaysia. **Australasian Plant Pathology**, v. 49, p. 53–64, 2020.

REHN, V. N. C. et al. Isolation, morphological identification and pathogenicity of *Cylindrocladium scoparium* and *C. clavatum* isolates obtained from plants rhizosphere cultivated in Pernambuco State. **Brazilian Journal of Microbiology**, 2004, 35.4: 292-294.

REZENDE, E. H. et al. Fungos associados à mancha foliar e ao cancro de *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden), em dois locais do estado de São Paulo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 726, 2017.

RODAS, C. A., et al. *Cylindrocladium* blight of *Eucalyptus grandis* in Colombia. **Australasian Plant Pathology**, 2005, 34.2: 143-149.

RODAS, C.A. et al. *Ceratocystis neglecta* sp. nov. infecting *Eucalyptus* trees in Colombia. **Fungal Diversity**, v. 28, p. 73–84, 2008.

ROUX, J.; VAN WYK, M.; HATTING, H.; WINGFIELD, M.J. *Ceratocystis* species infecting stem wounds on *Eucalyptus grandis* in South Africa. **Plant Pathology**, v. 53, p. 414–421, 2004.

RUIZ, R.A.R. et al. Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii*, em eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, p. 55-61, 1989a.

RUIZ, R.A.R. et al. Progresso da ferrugem do *Eucalyptus cloeziana*, causada por *Puccinia psidii*, em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 14, p. 73-81, 1989b.

SANTOS, A. F. et al. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2001. 20 p. (Circular Técnica, 45).

SBRAVATTI, J. et al. Redução da severidade do mofo cinzento em mudas de *Eucalyptus benthamii* tratadas com *Trichoderma atroviride*. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 363–365, 2016.

SCHROEDER, K. et al. Molecular detection and quantification of *Pythium* species: Evolving taxonomy, new tools, and challenges. **Plant Disease**, v. 97, n. 1, p. 4–20, 2013.

SCHULTZ, B., et al. IMPACTO DA MANCHA FOLIAR CAUSADA POR *Cylindrocladium candelabrum* EM PLANTIOS JOVENS DE *Eucalyptus benthamii* EM RIO NEGRINHO–SC. **Ciência Florestal**, 2015, 25.2: 307-316.

SILVA, D.E.M.; AZEVEDO, L.A.S.; POLTRONIERI, T.P.S. Avaliação da resistência de espécies de eucalipto à ferrugem (*Puccinia psidii* Winter). **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 54 – 62, 2014.

SILVEIRA, S. F. da. et al. Ferrugem e escaldadura dos ramos da goiabeira no Norte Fluminense. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p. 308, 1997. Suplemento.

SILVEIRA, V. D. Elementos de fitopatologia *Puccinia psidii*, ferrugem das Mirtáceas. **Agromonia**, v. 10, p. 218-24, 1951.

SIMAMORA, A. et al. *Phytophthora* contamination in a nursery and its potential dispersal into the natural environment. **Plant Disease**, v. 102, n. 1, p. 132–139, 2018.

SOARES, I. D., et al. First Report of *Calonectria* Leaf Blight Caused by *Calonectria metrosideri* on *Eucalyptus benthamii* in Brazil. **Plant Disease**, 2019, 103.9: 2477.

SOARES, T.P.F. et al. Canker disease caused by *Chrysosporthe doradensis* and *C. cubensis* on *Eucalyptus* sp. and *Tibouchina* spp. in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v. 43, p. 314–322, 2018.

SONI, K.K.; DADWAL, V.S.; JAMALUDDIN. Three new Sphaeropsidales from India. **Current Science**, v. 52, n. 12, p. 601-603, 1983.

SPEGAZZINI, C. Fungi argentini. Pugillus primus. **Anales de la Sociedad Científica Argentina**, v. 9, p. 158-192, 1880.

UMAMI, M.; PARKER, L.; ARNDT, S. The impacts of drought stress and *Phytophthora cinnamomi* infection on short-term water relations in two-year-old *Eucalyptus obliqua*. **Forests**, v. 12, n. 2, p. 1–14, 2021.

VAN WYK, M. et al. *Ceratocystis eucalypticola* sp. nov. from *Eucalyptus* in South Africa and comparison to global isolates from this tree. **IMA Fungus**, v. 3, p. 45–58, 2012.

VAN WYK, M.; PEGG, G.; LAWSON, S.; WINGFIELD, M.J. *Ceratocystis atrox* sp. nov. associated with *Phoracantha acanthocera* infestations on *Eucalyptus grandis* in Australia. **Australasian Plant Pathology**, v. 36, p. 407–414, 2007.

VITALE, A., et al. *Calonectria* diseases on ornamental plants in Europe and the Mediterranean basin: an overview. **Journal of Plant Pathology**, 2013, 463-476.

WANG, Q. et al. Novel species of *Calonectria* isolated from soil near *Eucalyptus* plantations in southern China. **Mycologia**, 2019, 111.6: 1028-1040.

WANG, Q.; CHEN, S. *Calonectria pentaseptata* Causes Severe Leaf Disease of Cultivated *Eucalyptus* on the Leizhou Peninsula of Southern China. **Plant Disease**, 2020, 104.2: 493-509.

WEIBERG, A. et al. Fungal small RNAs suppress plant immunity by hijacking host RNA interference pathways. **Science**, [s. l.], v. 342, n. 6154, p. 118–123, 2013.

WESTHUIZEN, G.C.A. et al. *Cytospora eucalypticola* sp. novo on *Eucalyptus saligna* from northern Transvaal. **South African Forestry Journal**, v. 54, n. 1, p. 8-11, 1965.

WILLIAMSON, B. et al. *Botrytis cinerea*: The cause of grey mould disease. **Molecular Plant Pathology**, v. 8, n. 5, p. 561–580, 2007.

WINGFIELD, M.J.; CROUS, P.W.; COUTINHO, T.A. A serious canker disease of *Eucalyptus* in South Africa caused by a new species of *Coniothyrium*. **Mycopathologia**, v. 136, p. 139-145, 1996.

YE, X. et al. Transcriptomic analysis of *Calonectria pseudoreteauidii* during various stages of *Eucalyptus* infection. **PLoS One**, 2017, 12.1: e0169598.

ZALDÚA, S.; SANFUENTES, E. Control de *Botrytis cinerea* en miniestacas de *Eucalyptus globulus* utilizando cepas de *Clonostachys* y *Trichoderma*. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, n. 4, p. 576–582, 2010.

ZARPELON, T. G., et al. Phosphorus, nitrogen and potassium nutrition on *Calonectria* leaf blight in eucalypt plants. **Forest Pathology**, 2019, 49.6: e12561.

ZAUZA, E.; FERREIRA, M. Manejo integrado de doenças bióticas em viveiros florestais. In: **PATOLOGIA FLORESTAL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS**. 2020. p. 103–117.



# VALOR CONSERVACIONISTA DAS PAISAGENS SILVICULTURAIS

Carla Gheler-Costa<sup>19</sup>

Fábio Henrique Comin<sup>20</sup>

## Histórico da silvicultura no Brasil

Desde o início da colonização, o extrativismo florestal vem sendo praticado no Brasil, atividade que faz parte da história do desenvolvimento do país e que cortou inúmeras árvores nativas, como o pau-brasil. Essas árvores foram utilizadas como lenha, manufatura e também levadas para Europa para usos mais nobres. Esse tipo de exploração florestal se deu também de forma mais intensa para o avanço da cultura da cana-de-açúcar, café, pastagens e demais culturas, conforme o país crescia e se desenvolvia.

No início do século XX, com o crescente processo de industrialização, aumento da população e a instalação e ampliação das estradas de ferro no estado de São Paulo, havia a necessidade de uma grande quantidade de madeira para produção de energia. Essa madeira vinha exclusivamente de florestas nativas, que por sua vez já se encontravam bem depauperadas e sem muitas árvores de médio e grande porte. Desta forma, a vegetação nativa do estado não era mais suficiente para suprir a demanda para uso, tanto residencial como industrial, e então a extinta Companhia Paulista de Estradas de

---

<sup>19</sup> Bióloga, Pedagoga, Dra., Câmara dos Deputados, Brasília, DF - cgheler@gmail.com

<sup>20</sup> Biólogo, Dr., Pesquisador Sênior, Ecologia Aplicada: pesquisa, ensino e suporte ambiental, Bauru, SP - fhc.eco@gmail.com

Ferro (CPEF) resolveu investir e instalar plantios de espécies arbóreas que pudessem ser utilizadas para geração de energia, dormentes das ferrovias e postes para sinalização (LEÃO, 2000). Foi por volta de 1825 que o eucalipto chegou ao Brasil com finalidade ornamental, plantado por Dom Pedro I no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (QUEIROZ; BARRICHELLO, 2007) e, posteriormente, incentivado para uso no modal ferroviário do país.

A primeira grande área de silvicultura no estado de São Paulo foi plantada em 1903, no Horto Florestal de Rio Claro, que pertencia à CPEF, pelo senhor Edmundo Navarro de Andrade. A partir daí dá-se início a plantios experimentais de eucaliptos e outras espécies arbóreas nativas, e experiências de melhoramento genético das espécies (LEÃO, 2000). No entanto, Navarro de Andrade não obteve muito sucesso com as espécies nativas, pois elas possuíam crescimento muito lento, não atendendo às necessidades da companhia. Diante disso, o eucalipto, espécie ainda praticamente desconhecido no Brasil, mas já muito utilizado em países da Europa, parecia a melhor opção e, a partir de então, inicia-se o plantio de muitos hectares de eucalipto no Horto Florestal de Rio Claro.

Em 1909, Navarro de Andrade publica sua primeira obra sobre o eucalipto, intitulada “A Cultura dos *Eucalyptus*”, onde apresenta os primeiros resultados de suas pesquisas, e evidencia as características e qualidades do eucalipto, tais como crescimento rápido, resistência a pragas, durabilidade da madeira e grande adaptação às nossas condições edafoclimáticas (TEIXEIRA, 2018). A partir de então o Estado de São Paulo estimulou o plantio de eucaliptos para ser utilizado, principalmente, como fonte energética, sendo o Decreto

Federal 12897/1918 uma das primeiras leis de incentivo ao plantio da espécie. Na década de 1950, o Brasil já era reconhecido mundialmente como o país com a maior área plantada com eucalipto no mundo, chegando em 1960 com um total de 560 mil ha, das quais 447 mil estavam localizadas no Estado de São Paulo (LEÃO, 2000).

Desde então o setor silvicultural cresce a cada ano e, segundo o IBGE (2021), em 2021 havia no Brasil uma área de 9,8 milhões de ha de florestas plantadas, o que corresponde a 1% do território nacional, e mais de 70% destas florestas se concentram nas regiões Sul e Sudeste. O eucalipto representa 76% destas florestas plantadas, e o restante é composto por pinus (20%) e outras espécies arbóreas (IBGE, 2021).

Segundo Leão (2000), em 1870 surgem as primeiras iniciativas na produção de papel no país com a fundação da Cia. Melhoramentos e em 1890 é fundada a Klabin. Durante esses anos o papel era quase que exclusivamente produzido à base de celulose de fibra longa, proveniente de pinheiros, no entanto, muita matéria-prima e papel ainda eram importados (MONTEBELLO; BACHA, 2013). Até 1930 cerca de 46% de todo o papel consumido no Brasil era importado, assim como a celulose utilizada no país (SANTOS, 2012). No início da década de 1940, com o intuito de diminuir a importação de papel e celulose, o governo de Getúlio Vargas aumentou o incentivo financeiro para que grandes empresas de papel e celulose se instalassem no país, e também para empresas nacionais como a Klabin. Esta empresa, por sua vez, comprou cerca de 144 mil ha de floresta de araucária para aumentar sua produção e responder às demandas do país (SANTOS, 2012).

Mesmo com os estudos de Navarro de Andrade, que mostravam a possibilidade do emprego do eucalipto para fabricação de papel e celulose, o setor ainda era cético quanto à qualidade do produto proveniente do eucalipto. Foi apenas na década de 1950 que a Cia. Suzano iniciou a produção de celulose e papel a partir da fibra de eucaliptos remanescentes das companhias férreas, uma vez que nessa época as locomotivas passaram a ser movidas a diesel ou eletricidade. A partir de então houve o avanço dos plantios de eucalipto pelas empresas do setor de papel e celulose (SANTOS, 2012). No entanto, apenas uma década depois é que o eucalipto foi realmente creditado como boa matéria-prima para produção de papel e celulose. Podia-se produzir cerca de 120 toneladas de papel por dia, deixando assim a matéria-prima mais competitiva em comparação à europeia ou norte-americana (LEÃO, 2000).

A cultura do eucalipto no Brasil também foi impulsionada pelo crescimento das indústrias siderúrgicas, que por sua vez eram grandes consumidoras de carvão vegetal oriundo da vegetação nativa. O carvão proveniente de vegetação nativa não apresentava homogeneidade na produção de calor, pois tinha origem de diferentes espécies. Além disso, devido ao uso predatório, a distância para extração dessa vegetação tornou-se dispendiosa, aumentando assim a demanda por árvores de eucalipto. Assim, com a demanda pelo setor siderúrgico e de papel e celulose, houve um aumento da área plantada com eucalipto e a consolidação da silvicultura de eucalipto nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul.

Hoje o Brasil é detentor de tecnologia avançada no melhoramento genético do eucalipto e, segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2022), a Austrália, região onde o eucalipto é uma espécie nativa, tem utilizado espécies melhoradas pelo Brasil. Nesses quase 200 anos, o uso econômico do eucalipto se ampliou, deixando de ser utilizado como fonte de energia, lenha de locomotivas e de indústrias, principalmente siderúrgicas, e atualmente vem sendo utilizado como matéria-prima importante para o setor de papel e celulose, madeira e até na indústria alimentícia.

De acordo com IBGE, o termo silvicultura define a cultura de essências florestais e extração de produtos dessas essências, como madeira, lenha, amêndoas, ceras, gomas, óleos entre outros subprodutos. No Brasil, a silvicultura pode ser dividida em 3 fases: i) a primeira fase se inicia a partir do descobrimento do país até o início dos incentivos fiscais concedidos ao reflorestamento (1500 a 1965); ii) a segunda é caracterizada pelo período de vigência dos incentivos fiscais ao reflorestamento (1966 - 1988); iii) a terceira fase corresponde ao período após os incentivos fiscais aos reflorestamentos (1989 até os dias atuais) (ANTONANGELO; BACHA, 1998). Como dito anteriormente, a partir do descobrimento do Brasil, instala-se a atividade florestal, nesse período bastante predatória, principalmente pela exploração do pau-brasil (*Paubrasilia echinata*). Até a década de 1960, a atividade florestal no país continuou sendo extrativista e oportunista, uma vez que nem todo o material lenhoso da vegetação nativa brasileira tem poder calorífico alto, o que provocou a grande perda de vegetação nativa, principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, e Rio de Janeiro.

Atualmente, o Brasil é um dos mais importantes produtores de recursos madeireiros provenientes de florestas plantadas, principalmente eucalipto, seguido de pinus e outras espécies, como seringueira e teca, mas em menor porcentagem. Essa produção fornece matéria-prima para os mais diversos produtos, que vão desde madeira para diversos usos, papel e celulose, passando por fraldas descartáveis até etanol celulósico, fármacos, alimentos e carvão vegetal. Após o ano 2000, o setor silvicultural brasileiro deu um grande salto, aumentando suas divisas e ampliando as áreas de plantio sobre áreas anteriormente ocupadas por pastagens degradadas. Segundo o IBGE (2020), a área de florestas plantadas no Brasil é cerca de 9,3 milhões de hectares, dos quais 70,6% estão localizados nas regiões Sul e Sudeste. O plantio de eucalipto corresponde a 80,2% das florestas plantadas para fins comerciais. 44,3% das áreas de plantadas com eucalipto concentraram-se na região Sudeste. Já na região Sul, o predomínio é de plantio de pinus, com 84,6%.

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), os investimentos na área aumentam a cada ano e, em 2021, a participação do setor de eucalipto somou US\$ 2.469 milhões, com uma produção de cerca de 33.171 milhões de toneladas, sendo que 36% são representados por papel e celulose, 29% produtos independentes, 12% carvão vegetal e siderurgia. O Brasil está entre os 10 países produtores de papel, painéis de madeira, piso e carvão vegetal (IBÁ, 2022).

Mesmo que as espécies exóticas, como eucalipto e pinus, sejam as mais utilizadas na silvicultura no Brasil, principalmente pela sua alta produtividade e tecnologia avançada, o país tem grande potencial para o desenvolvimento da silvicult-

tura de espécies nativas. Há uma grande necessidade de incentivos, tanto de pesquisa como financeiro, para que se explore o potencial das nativas e se repense a produção viável destas espécies, contribuindo, assim, para um menor impacto ambiental em detrimento às monoculturas de pinus e eucalipto. Embora o Brasil seja conhecido mundialmente pela sua grande biodiversidade, o nosso potencial de uso comercial das espécies vegetais nativas ainda é pouco conhecido e tem que superar a constante exploração ilegal e/ou sem critérios técnicos. Assim fica evidente que o país ainda carece de políticas públicas e investimentos na silvicultura de nativas para combater a ilegalidade no manejo florestal e promover a proteção das florestas nativas e incrementos da silvicultura na conservação, principalmente dos recursos hídricos. Nessa perspectiva, Piotto et al (2020) sugerem um programa de pesquisa e desenvolvimento para a silvicultura de espécies nativas, que deve buscar inspiração no sucesso dos setores de silvicultura e agronegócio no Brasil, que, juntos, representam mais de 20% do PIB brasileiro.

### **Fauna em paisagens dominadas por silvicultura de eucalipto**

Quando olhamos uma imagem do Brasil no Google Earth, a perda da vegetação nativa em todo país evidencia o empobrecimento dessas áreas. Os dados de desmatamentos divulgados por entidades públicas oficiais e ONG's mostram dados alarmantes e uma paisagem fragmentada. Exceção a esse padrão é a região amazônica, onde ainda há maior quantidade de vegetação nativa contínua. No entanto, a cada ano perdemos centenas de hectares de floresta naquela região. Na região sudeste, não há grandes maciços florestais, a não ser

nas Unidades de Conservação. Assim, nas paisagens agrícolas nos deparamos com um mosaico em relação à vegetação nativa, que se assemelha a uma colcha de retalhos onde cada retalho representa um tipo de ambiente (vegetação nativa, cidades, culturas agrícolas, pecuária, mineração, etc.).

Na região sudeste, a monocultura de eucalipto é um dos componentes dessa paisagem em mosaico e, por muitos anos, os plantios de eucaliptos foram considerados "desertos verdes", pois havia a crença que, por ser uma monocultura composta por espécie exótica, não haveria fauna e flora que fosse possível utilizar e/ou residir nos grandes talhões de eucalipto. Os primeiros estudos em paisagens agrícolas datam da década de 1990 (GRADWOHL; GREENBERG, 1991, ANDRÉN, 1994, HARRIS; HARRIS, 1984, LOMOLINO; PERAULT, 2000). No entanto, com o avanço das pesquisas sobre os impactos da fragmentação sobre a biodiversidade, as paisagens agrícolas, a partir do ano de 2003/04, tornaram-se mais evidentes ao estudar a diversidade e abundância da fauna em paisagens com grandes áreas de silvicultura. Esse crescente interesse surge com a constatação de que a maior parte da biodiversidade que ainda resiste e sobrevive nas paisagens agrícolas se encontra nos remanescentes de vegetação nativa e também na área agrícola, fonte de recursos para sua manutenção. Segundo Gradwohl e Greenberg (1991), da forma mais otimista possível, futuramente os parques e reservas poderão responder pela manutenção de apenas 10% da cobertura natural dos ecossistemas tropicais, indicando, portanto, a necessidade de estudos em áreas com predomínio de agroecossistemas. Estudos recentes vêm corroborando com os autores acima e mostram que os plantios de eucalipto não são desertos verdes e, sim, podem servir de corredor e fonte de



recursos ecológicos importantes para muitas espécies da fauna brasileira, principalmente quando há a permanência do sub-bosque (GHELER-COSTA, et al., 2012, JACOBOSKI et al., 2016, PENTEADO et al., 2016).

Com relação à mastofauna, os estudos ecológicos sobre as comunidades de mamíferos tiveram início no Brasil nas últimas três décadas (ALHO et al., 1986, MALCOLM, 1988, REDFORD; FONSECA, 1986, STALINGS, 1989). No entanto, estes estudos focaram suas análises em ecossistemas mais representativos do país, como cerrado, floresta amazônica, caatinga e floresta atlântica. Nas últimas duas décadas é que surgem estudos que levam em conta a relação das comunidades com os elementos componentes da paisagem, ou seja, não somente com os remanescentes de vegetação nativa, mas também a relação da fauna com os demais ambientes associados à vegetação nativa e que compõem a matriz da paisagem (D'ANDREA et al., 1999, GHELER-COSTA et al., 2002, PARDINI, 2004, PIRES et al., 2002, UTRERA et al., 2000, GHELER-COSTA et al., 2012).

Em uma paisagem agrícola, o arranjo espacial dos remanescentes de vegetação nativa e a complexidade da matriz onde estão inseridos podem ser mais importantes do que a área e o grau de isolamento entre as áreas nativas na sobrevivência e permanência de algumas espécies de animais e vegetais na paisagem (METZGER; DECAMPS, 1997, GASCON et al., 1999). Estudos realizados em paisagens agrícolas com a presença de plantios de eucalipto vêm demonstrando que a mastofauna e a avifauna podem apresentar padrões de diversidade e abundância semelhantes aos encontrados em remanescentes nativos secundários (DOTTA; VERDADE, 2011,

GHELER-COSTA et al., 2002, 2012, JACOBOSKI et al., 2016, PENTEADO et al., 2017).

Segundo Metzger e Decamps (1997), a vegetação que circunda o remanescente de vegetação nativa, favorecendo ou não a conectividade, é muito importante para a sobrevivência das populações em uma paisagem fragmentada. Essa vegetação é chamada de matriz e, dependendo de suas características e qualidade estrutural, pode facilitar ou impedir a movimentação de determinadas espécies e até servir de habitat alternativo e refúgio para outras que originalmente ocupavam a floresta (ESTRADA et al., 1993, MEDELLIN; EQUIHUA, 1998). Espécies de maior plasticidade, generalistas e mais comuns, usam a paisagem agrícola e silvicultural e mantêm seus modos de vida e reprodução. Segundo Comin et al (2018), mamíferos de médio e grande portes são cada vez mais comuns de serem observados em áreas antropizadas, mesmo os mais raros, que exigem habitat mais conservados. Isto também ocorre com a avifauna, principalmente as que ocupam áreas naturais abertas.

Mesmo que a matriz facilite a locomoção das espécies, a presença de corredores florestais ligando os remanescentes nativos possibilita o movimento de indivíduos, o fluxo gênico entre sub-populações (BENNETT, 1990, MECH; HALLETT, 2001) e o aumento em tamanho das populações (PARDINI et al., 2005). Bennett (1990) observou um certo movimento de algumas espécies de pequenos mamíferos dentro dos corredores florestais, onde algumas simplesmente passam, enquanto outras residem temporariamente, padrão este também encontrado em comunidades de aves (HAAS, 1995, WILLIS, 2003, LEES; PERES, 2008). As comunidades de fauna em agroec-

cosistemas vêm chamando a atenção por, de alguma forma, encontrarem recursos para sobrevivência e permanência em ambientes agrícolas e nativos (HAAS, 1995, BARROS-BATESTI, et al., 2000, BONVICINO et al., 2002, GHELER-COSTA et al., 2002, PARDINI et al., 2005, DOTTA; VERDADE, 2011, GHELER-COSTA et al., 2012, JACOBOSKI et al., 2016, PENTEADO et al., 2016; JACOBOSKI et al., 2022).

Claramente a diversidade e abundância das espécies pode ser diferente entre áreas de vegetação nativa e plantios de eucalipto. No entanto, os talhões de eucaliptos são detentores de uma diversidade de espécies de fauna que é meritória de atenção, principalmente se estes possuem sub-bosque presente durante os anos de cultivo (VERDADE et al., 2016). Em paisagens agrícolas, onde geralmente a porcentagem de vegetação nativa remanescente é baixa (menor que 20% - ANDRÉN, 1994), há uma relação não linear com a perda de habitat na escala da paisagem e há um predomínio, de forma geral, de espécies generalistas em relação à complexidade e estrutura dos habitats.

Com relação a avifauna, espécies generalistas tendem a ser mais abundantes em habitats alterados e nos componentes agrícolas da paisagem (FISCHER et al., 2006, PENTEADO et al., 2016). A abundância de plantas invasoras nas áreas agrícolas pode ser atrativa para algumas espécies de aves generalistas, principalmente granívoras (WILLIS, 2003). Penteado et al (2016), analisando uma paisagem agrosilvipastoril no interior do Estado de São Paulo, registrou um total de 224 espécies de aves na paisagem como um todo e os remanescentes de vegetação nativa foram os ambientes com maior

diversidade de espécies, apresentando 70% do total de espécies registradas na paisagem. Nas plantações de eucaliptos foram registradas 103 espécies, o equivalente a 46% das espécies do total. A maioria das espécies registradas na paisagem foi considerada pelos autores como residente (66,52%) e, quando somadas às espécies vagantes, que aparecem ocasionalmente em vários ambientes da paisagem, representam 91% das espécies amostradas.

Jacoboski et al (2016), estudando áreas de vegetação nativa e plantios de eucalipto na região sul do Brasil (Barra do Ribeiro), detectaram 71 espécies na área, sendo 56 em áreas de vegetação nativa e 41 em plantios de eucalipto. Segundo os autores, as espécies que foram detectadas nos plantios de eucalipto representaram um subconjunto das espécies detectadas na vegetação nativa, com predomínio das espécies generalistas, que são mais plásticas quanto às alterações de habitat. Millan et al (2015) mostram que os principais fatores associados às diferenças de ocupação por aves em plantações de eucaliptos são: i) a presença de árvores nativas dispersas entre e no meio dos talhões de eucalipto; e ii) a presença de sub-bosque. Os autores registraram 121 espécies de aves em uma paisagem silvicultural no interior de São Paulo, sendo que 54 delas foram detectadas nos plantios de eucalipto, corroborando com o padrão já encontrado por outros autores, onde a comunidade de aves encontrada em talhões de eucalipto é mais simplificada e composta por espécies generalistas, mas que, no entanto, esses talhões auxiliam de certa forma na manutenção de certas populações na paisagem como um todo.

Os primeiros estudos sobre mamíferos em áreas de silvicultura datam da década de 1970 e, posteriormente, um estudo desenvolvido por Stallings (1989), comparando a riqueza de espécies de pequenos mamíferos em floresta nativa, plantações de *Eucalyptus saligna* e campos abertos, concluiu que as plantações que possuem espécies nativas em seu sub-bosque auxiliam na manutenção da diversidade de espécies de pequenos mamíferos. O mesmo autor, em 1991, encontrou maior riqueza de espécies de mamíferos nas áreas onde o sub-bosque estava presente, deixando evidente que a presença de sub-bosque em plantios de eucalipto proporciona condições favoráveis à permanência de determinadas populações, tanto nos talhões como em toda a paisagem (FONSECA, 1997, GHELER-COSTA et al., 2012).

Dotta e Verdade (2011), estudando quatro componentes (vegetação nativa, pastagens, plantios de eucalipto e canaviais) de uma paisagem agrícola no interior do Estado de São Paulo, registraram 25 espécies de mamíferos de médio e grande porte, duas exóticas e seis domésticas. Os ambientes com maior riqueza de espécies foram a vegetação nativa e plantios de eucalipto, sendo detectadas 23 espécies em áreas de vegetação nativa (cerrado e mata atlântica) e 17 em plantios de eucalipto. Por meio de análise de correspondência, os autores relacionam sete espécies mais exclusivas à vegetação nativa, cinco ao eucalipto e nove às áreas abertas (pastagem e canavial). Os autores não encontraram diferenças significativas entre a diversidade de espécies e os ambientes amostrados, o que sugere que a comunidade de mamíferos de médio e grande porte da paisagem agrícola da Bacia do Rio Passa-Cinco (SP) responde às modificações ambientais que a região

vem sofrendo ao longo do tempo e utiliza a paisagem como um todo.

Timo et al (2015), avaliando a influência da idade do talhão de eucalipto nos padrões de diversidade de mamíferos de médio e grande porte, mostram que há um incremento na riqueza de espécies e na frequência de ocorrência ao longo do ciclo comercial das plantações de eucalipto, com declínio acentuado pouco antes da colheita. Segundo os autores, isso pode estar relacionado às práticas de controle de plantas daninhas, que reduzem significativamente a vegetação do sub-bosque, principalmente no final do ciclo comercial, para o preparo para a colheita. Os autores detectaram 15 espécies de mamíferos de médio e grande porte das seguintes categorias tróficas: herbívoros, carnívoros, onívoros e insetívoros. A variação temporal detectada no uso de plantios de eucalipto por mamíferos de médio a grande porte está possivelmente relacionada à heterogeneidade temporal relativamente alta desse ambiente, bem como às práticas silviculturais ao longo de seu ciclo comercial (FISCHER; LINDENMAYER, 2006, TIMO et al., 2016). De acordo com a literatura, as espécies animais são distribuídas como um *continuum* na paisagem, espacial e temporalmente, de acordo com a distribuição dos recursos, em um padrão que se assemelha mais a um *dégradé* do que a um padrão bem definido de retalhos (FARINA; BELGRANO, 2006, FISCHER; LINDENMAYER, 2006, LINDENMAYER; FISCHER, 2007). As espécies registradas por Timo et al (2016) são, de forma geral, comumente encontradas em paisagens silviculturais e o uso, por essas espécies, de recursos associados à matriz, no caso plantações de eucaliptos, depende muito das práticas silviculturais que são e serão adotadas longo dos ciclos do plantio comercial.

Com relação a fauna de pequenos mamíferos, Silva (2002) registrou 47 espécies de mamíferos em uma paisagem silvicultural na região sudeste do Estado de São Paulo, entre elas espécies ameaçadas e/ou raras, como a onça-parda (*Puma concolor*), o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga trydactyla*), o roedor *Brucepattersonius igniventris*, o marsupial *Monodelphis brevicaudata*, e uma nova ocorrência para o Estado de São Paulo do roedor *Blarynomys breviceps*. Nos talhões de eucalipto, o roedor *Oligoryzomys nigripes* foi o mais abundante durante os 9 meses de coleta de dados. Dos mamíferos de médio e grande porte, os felinos utilizaram em maior frequência os talhões de eucalipto, seguido dos cervídeos. Segundo a autora, com a degradação e fragmentação da mata atlântica, os plantios de eucalipto, se devidamente manejados, podem contribuir de forma significativa para a conservação de mamíferos, uma vez que as áreas de silvicultura são utilizadas como habitat e também corredor para deslocamento, principalmente pelas espécies de médio e grande porte.

Gheler-Costa et al (2012), estudando a fauna de pequenos mamíferos em uma paisagem agrícola bastante heterogênea, detectaram 8 espécies de mamíferos de pequeno porte, sendo 6 delas capturadas em talhões de eucalipto, 7 espécies detectadas em áreas de vegetação nativa, 4 espécies em canais e 2 em áreas de pastagem. Das sete espécies detectadas nas áreas de vegetação nativa, apenas o marsupial *Monodelphis americana* foi capturado exclusivamente nessas áreas. Por meio de análise de correspondência, os autores verificam uma clara distinção na composição de pequenos mamíferos entre os ambientes abertos (cana-de-açúcar e pasto) e os ambientes de estrutura florestal (vegetação nativa e plantio de

eucalipto). Os ambientes abertos se destacaram pela presença e maior abundância das espécies *Bolomys lasiurus*, *Calomys tener* e *Akodon montensis* e os ambientes florestais, pela presença e maior abundância das espécies *Rhipidomys mastacalis*, *Monodelphis americana*, *Gracilinanus microtarsus* e *Oligoryzomys nigripes*. Em termos de riqueza de espécies, não foi encontrada diferença significativa entre os ambientes amostrados, o que indica que, de forma geral, as espécies de pequenos mamíferos utilizam os ambientes disponíveis na paisagem como um todo, e não apenas os remanescentes de vegetação nativa.

Os trabalhos de Martin et al (2012) e Rosalino et al (2014), realizados em uma paisagem silvicultural com cerca de 2.224 ha de eucalipto plantado, corroboram com os estudos citados acima, uma vez que foram registradas 14 espécies de mamíferos de pequeno porte. Os roedores *Oligoryzomys flavescens* e *Calomys tener* foram as espécies mais abundantes na área como um todo e apenas o marsupial *Cryptonanus agricolai* constava na lista de espécies ameaçadas na categoria Dados Deficientes (DD) (IUCN, 2022). Nos talhões de eucalipto amostrados foram detectadas nove espécies de roedores e três de marsupiais, demonstrando que a fauna de mamíferos de pequeno porte utiliza os plantios de eucalipto como residência, corroborando os estudos de Stallings (1989), Lyra-Jorge (2001), Gheler-Costa et al. (2002), Umetsu; Pardini (2007), Prevedello e Vieira (2010) e Gheler-Costa (2012). A diversidade e abundância de pequenos mamíferos em paisagens agrosilvipastoris, de forma geral, está diretamente relacionada à quantidade e qualidade dos remanescentes de vegetação nativa ainda existentes na região e do manejo das áreas agrícolas (GHELER- COSTA et al., 2002, PAR-



DINI et al., 2005, GHELER-COSTA et al., 2012, 2013, MARTIN et al., 2012, ROSALINO et al., 2014). Essas áreas ainda mantêm certa diversidade de espécies silvestres, que, ao longo do processo de fragmentação e degradação dos ambientes naturais, adaptaram-se às alterações no uso e cobertura do solo. Diante deste cenário, há dois pontos a serem considerados: o possível processo adaptativo, tanto ao nível individual (i.e., ecológico-comportamental) quanto populacional (i.e., evolutivo) e a relevância dos componentes agrícolas que circundam os remanescentes de vegetação nativa.

De forma geral, pode-se dizer que a silvicultura cria um certo filtro ambiental positivo, selecionando as espécies que conseguem se adaptar e utilizar os recursos disponíveis no ambiente silvicultural. Por isso, a composição específica de avifauna e mastofauna nessas áreas é dominada por espécies mais plásticas em termos de complexidade e estrutura de habitat. No entanto, depois de muitos estudos realizados em plantios de eucalipto, os dados mostram que estas áreas devem ser consideradas habitats funcionais para um grupo de espécies, tanto de áreas abertas quanto florestais. A tolerância quanto às características dos eucaliptais varia de espécie para espécie e conforme as condições de conservação e quantidade de áreas de vegetação nativa na paisagem. Sendo assim, os plantios comerciais de eucalipto podem ser utilizados como habitat para algumas espécies, seja de forma principal ou ocasional, especialmente para aquelas de borda e semi-dependentes florestais, ou apenas para forragear e/ou atuar como corredores entre as áreas de vegetação nativa.

O papel da paisagem agrosilvipastoril na conservação da fauna silvestre é uma abordagem que não pode mais ser ignorada, uma vez que assegura a produção de bens agrícolas, com seu conseqüente valor econômico e cultural, do qual a sociedade não costuma querer abrir mão. Desta forma, o processo de tomada de decisões no âmbito conservacionista deve ser direcionado à mitigação dos diversos impactos causados pelas atividades agrosilvipastoris, além da escolha de espécies indicadoras/bandeiras e definição de áreas prioritárias para a conservação. Por outro lado, é necessário também que o manejo das áreas agrosilvipastoris sejam realizados de forma adequada, seguindo a legislação, para que a mitigação dos efeitos deletérios ligados às atividades agrosilvipastoris possa ser decisiva para a manutenção da diversidade de fauna nessas paisagens.

### **Manejo e governança da fauna silvestre em paisagens silviculturais**

Como visto anteriormente, a histórica silvicultura brasileira tem tido papel importante na manutenção da fauna silvestre, não somente dentro de seus talhões, como também no tipo de manejo que ocorre no entorno dessas áreas. Felizmente, a forma com a qual as empresas de eucalipto têm tratado os ambientes, dadas as exigências dos processos de certificação florestal, tem corroborado para a manutenção da fauna, proporcionando fluxo gênico de muitas espécies de aves e mamíferos. O modelo adotado pelas empresas de papel e celulose em relação aos recursos hídricos também influenciam na conservação da fauna, uma vez que esse manejo proporciona maiores possibilidades de translocações uso das áreas, principalmente para animais de médio e grande porte, que utilizam as matas ciliares como corredores.

A fauna silvestre está presente na paisagem agrícola e tem papel fundamental na manutenção dos ambientes nativos e da saúde ambiental. Na paisagem agrícola, a fauna de vertebrados, em algumas situações, é vista como prejudicial, pois pode causar danos a determinadas culturas por meio da predação de animais domésticos, danos a plantios e ataque a sementes. No entanto, a fauna de vertebrados não é vista como danosa para o setor silvicultural.

Em paisagens silviculturais, o maior impacto para a fauna de vertebrados ocorre durante a fase de colheita, pois além da grande movimentação de pessoas e automóveis, a paisagem é alterada drasticamente em um período muito curto. Por isso, o plantio deve ser realizado em mosaico de idades, respeitando a microbacia hidrográfica, para que, durante a colheita, haja menos impacto no balanço hídrico da região, evitando-se maiores impactos na paisagem e garantindo que ainda haja áreas com vegetação na microbacia. A permanência do sub-bosque com espécies vegetais nativas deve ser inserida como prática dentro do manejo dos talhões de eucalipto para favorecer a permanência e a sobrevivência de populações de pequenos vertebrados e invertebrados que, por sua vez, atraem predadores maiores.

A certificação ambiental pela qual as empresas de papel e celulose são submetidas tem proporcionado melhorias importantes no manejo e gestão das paisagens silviculturais no que tange a conservação ambiental, configurando-se, assim, em um manejo amigável à fauna e à conservação dos serviços ecossistêmicos. Isso permite que as paisagens sejam multifuncionais, aliando a produção à conservação ambiental em todos os níveis.

## Referências

ALHO, C. J. R.; PEREIRA, L. A.; PAULA, AC de. **Patterns of habitat utilization by small mammal populations in cerrado biome of central Brazil**. 1986.

ANDREN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, p. 355-366, 1994.

ANTONANGELO, A.; BACHA, C. J. C.. As fases da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 1, p. 207-238, 1998.

BARROS-BATTESTI, D. M. et al. Land fauna composition of small mammals of a fragment of Atlantic Forest in the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 241-249, 2000.

BENNETT, A. F. Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. **Landscape Ecology**, v. 4, n. 2, p. 109-122, 1990.

BONVICINO, C. R.; LINDBERGH, S. M.; MAROJA, L. S. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 765-774, 2002.

COMIN, F. H.; GHELIER-COSTA, C. A conservação da biodiversidade e o papel da agricultura familiar na bacia do rio Corumbataí. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 161-184, 2018.

D'ANDREA, P. S. et al. Ecology of small mammals in a Brazilian rural area. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 611-620, 1999.

DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Medium to large-sized mammals in agricultural landscapes of south-eastern Brazil. **Mammalia**, v.75, n.4, p. 345-352, 2011.

ESTRADA, A. et al. Patterns of frugivore species richness and abundance in forest islands and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. In: **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Springer, Dordrecht, 1993. p. 245-257.

FARINA, A.; BELGRANO, A.. The eco-field hypothesis: toward a cognitive landscape. **Landscape Ecology**, v. 21, n. 1, p. 5-17, 2006.

FISCHER, J. W.; WALTER, W. D.; AVERY, M. L. Brownian Bridge Movement Models to Characterize Birds' Home Ranges: Modelos de Movimiento de Puente Browniano Para Caracterizar el Rango de Hogar de las Aves. **The Condor**, v. 115, n. 2, p. 298-305, 2013.

FISCHER, J. B.; LINDENMAYER, D. Beyond fragmentation: the continuum model for fauna research and conservation in human-modified landscapes. **Oikos**, v. 112, n. 2, p. 473-480, 2006.

FONSECA, M. T. **A estrutura da comunidade de pequenos mamíferos em um fragmento de Mata Atlântica e monocultura de Eucalipto: a importância da matriz de habitat**. Belo Horizonte: Dissertação (Mestrado em Ecologia,

Conservação e Manejo de Vida Silvestre)-Universidade Federal de Minas Gerais, p. 60, 1997.

GASCON, C. et al. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, v. 91, n. 2-3, p. 223-229, 1999.

GHELER-COSTA, C.; VERDADE, L. M.; ALMEIDA, A. F. de. Mamíferos não-voadores do campus" Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 203-214, 2002.

GHELER-COSTA, C. et al. The distribution and abundance of small mammals in agroecosystems of southeastern Brazil. **Mammalia**, v.76, n. 2, p. 185-191, 2012.

GHELER-COSTA, C. et al. The effect of pre-harvest fire on the small mammal assemblage in sugarcane fields. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 171, p. 85-89, 2013.

GRADWOHL, J.; GREENBERG, R. Small forest reserves: making the best of a bad situation. **Climatic Change**, v. 19, p. 235-256, 1991.

HAAS, C. A. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. **Conservation Biology**, v. 9, n. 4, p. 845-854, 1995.

HARRIS, L. D.; HARRIS, D. **The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity**. University of Chicago press, 1984.

<https://www.iba.org/arvores-plantadas>

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Dados estatísticos**. 2022. Disponível em: <https://www.iba.org/dados-estatisticos> Acesso em: abril de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção e extração Vegetal e Silvicultura**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados> Acesso em: abril de 2022.

IUCN. **Red List**. 2021. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org> Acesso em: abril de 2022.

JACOBOSKI, L. I.; MENDONÇA-LIMA, A. de; HARTZ, S. M. Estrutura de comunidades de aves em plantios de eucalipto: aninhamento como padrão de distribuição de espécies. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, p. 583-591, 2016.

JACOBOSKI, L. I.; DE OLIVEIRA, A. de O.; HARTZ, S. M. Are abandoned grasslands within forest plantations effective for the conservation of grassland birds? **Journal of Field Ornithology**, v. 93, n. 1, 2022.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. Edusp, 2000.

LEES, A. C.; PERES, C. A. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. **Conservation Biology**, v. 22, n. 2, p. 439-449, 2008.

LINDENMAYER, D. B.; FISCHER, J.. Tackling the habitat fragmentation panchreston. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22, n. 3, p. 127-132, 2007.

LOMOLINO, M. V.; PERAULT, D. R. Assembly and disassembly of mammal communities in a fragmented temperate rainforest. **Ecology**, v. 81, n. 6, p. 1517-1532, 2000.

LYRA-JORGE, M C. **Riqueza e abundância de pequenos mamíferos em ambientes de cerrado e floresta, na reserva cerrado pé-de-gigante, Parque Estadual de Vassununga.** Dissertação de Mestrado, São Paulo. 2001.

MALCOLM, J. R. Small mammal abundances in isolated and non-isolated primary forest reserves near Manaus, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 18, p. 67-83, 1988.

MARTIN, P. S. et al. Terrestrial non-volant small mammals in agro-silvicultural landscapes of Southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 282, p. 185-195, 2012.

MECH, S. G.; HALLETT, J. G. Evaluating the effectiveness of corridors: a genetic approach. **Conservation Biology**, v. 15, n. 2, p. 467-474, 2001.

MEDELLIN, R. A.; EQUIHUA, M. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 13-23, 1998.

METZGER, J. P.; DÉCAMPS, H. The structural connectivity threshold: an hypothesis in conservation biology at the landscape scale. **Acta Oecologica**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 1997.

MILLAN, C. H.; DEVELEY, P. F.; VERDADE, L. M. Stand-level management practices increase occupancy by birds in exotic Eucalyptus plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 336, p. 174-182, 2015.



MONTEBELLO, A. E. S.; BACHA, C. J. C.. Impactos da reestruturação do setor de celulose e papel no Brasil sobre o desempenho de suas indústrias. **Estudos Econômicos**, v. 43, p. 109-137, 2013.

PARDINI, R. et al. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n. 2, p. 253-266, 2005.

PARDINI, R.. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 13, p. 2567-2586, 2004.

PENTEADO, M. et al. Bird diversity in relation to land use in agricultural landscapes of southeastern Brazil. In: GHELIER-COSTA et al. (Orgs.) **Biodiversity in Agricultural Landscapes of Southeastern Brazil**. De Gruyter, Berlin, p. 9783110480849-017, 2016.

PIOTTO, D. et al. **O potencial inexplorado da silvicultura de nativas no Brasil**. WRI BRASIL, [s. l.], 6 nov. 2020. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/o-potencial-inexplorado-da-silvicultura-com-nativas-no-brasil-e-importancia-de-pesquisa>. Acesso em: 1 junho. 2022.

PIRES, A. S. et al. Frequency of movements of small mammals among Atlantic Coastal Forest fragments in Brazil. **Biological Conservation**, v. 108, n. 2, p. 229-237, 2002.

PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. **Biodiversity & Conservation**, v. 19, n. 5, p. 1205-1223, 2010.

QUEIROZ, L. R. S; BARRICHELLO, L. E. G. **O Eucalipto: um século no Brasil 1908-2008**. São Paulo: Antônio Belline, 2007.

REDFORD, K. H.; DA FONSECA, G. AB. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammalian fauna. **Biotropica**, p. 126-135, 1986.

ROLIM, S. G. et al. **Research gaps and priorities in silviculture of native species in Brazil**. WRI Brasil, [s. l.], 1 out. 2019. Disponível em: [https://wribrasil.org.br/sites/default/files/AF\\_WRI\\_WorkingPaper\\_ResearchGapsInSilviculture\\_digital\\_0.pdf](https://wribrasil.org.br/sites/default/files/AF_WRI_WorkingPaper_ResearchGapsInSilviculture_digital_0.pdf). Acesso em: 1 junho. 2022.

ROSALINO, L. M. et al. Neotropical small mammals' diversity in the early cycle of commercial Eucalyptus plantations. **Agroforestry Systems**, v. 88, n. 3, p. 427-436, 2014.

SANTOS, J. R. dos et al. **A dinâmica territorial das indústrias de celulose e papel: a expansão no Brasil e a incorporação do Rio Grande do Sul**. 2012.

SILVA, C. R. da. **Riqueza e diversidade de mamíferos não-voadores em um mosaico formado por plantios de Eucalyptus saligna e remanescentes de floresta atlântica no município de Pilar do Sul, SP**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

STALLINGS, J. R. Small mammal inventories in an eastern Brazilian park. **Bulletin of the Florida State Museum**, Biological Sciences, v. 34, n. 4, p. 153-200, 1989.

SOUZA, M. G. O. S. **Crescimento de espécies florestais em povoamentos puros e sua influência sobre atributos edáficos em Trajano de Moraes, RJ.** 2012. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, [S. l.], 2012.

TIMO, T. P. C. et al. Effect of the plantation age on the use of Eucalyptus stands by medium to large-sized wild mammals in south-eastern Brazil. **iForest-Biogeosciences and Forestry**, v. 8, n. 2, p. 108, 2015.

TIMO, T. P. C.; LYRA-JORGE, M.C.; GHELER-COSTA, C.; VERDADE, L.M. Effect of the plantation age on the use of Eucalyptus stands by médium to large-sized wild mammals in south-eastern Brazil. **Biogeosciences and Forestry**, 8(2), 108-113. 2016.

UMETSU, F.; PARDINI, R.. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats—evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. **Landscape Ecology**, v. 22, n. 4, p. 517-530, 2007.

UTRERA, A. et al. Small mammals in agricultural areas of the western llanos of Venezuela: community structure, habitat associations, and relative densities. **Journal of Mammalogy**, v. 81, n. 2, p. 536-548, 2000.

VERDADE, L. M.; GHELER-COSTA, C.; LYRA-JORGE, M. C. The multiple facets of agricultural landscapes. In: GHELER-COSTA et al. **Biodiversity in Agricultural Landscapes of Southeastern Brazil**, v. 366, p. 9783110480849-003, 2016.

WILLIS, E. O. Birds of a eucalyptus woodlot in interior São Paulo. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 141-158, 2003.

# **ECOLOGIA TRÓFICA DE MAMÍFEROS CARNÍVOROS EM PAISAGENS SILVICULTURAIS DOMINADAS POR EUCALIPTO**

Carla Gheler-Costa<sup>21</sup>

Fábio Henrique Comin<sup>22</sup>

Letícia Gilli de Lima<sup>23</sup>

Tamires Castro<sup>24</sup>

Lais Reia<sup>25</sup>

Franciele Barreira<sup>26</sup>

Gabriel Pavan Botero<sup>27</sup>

## **Relação entre monocultura de eucalipto, fauna e ecologia trófica**

A silvicultura de espécies exóticas, como eucalipto e pinus, ocupa grandes extensões do território brasileiro, cobrindo mais de nove milhões de hectares, localizada principalmente nos estados de Minas Gerais, Bahia, Paraná e São

---

<sup>21</sup> Bióloga, Pedagoga, Dra., Câmara dos Deputados, Brasília, DF - cgheler@gmail.com

<sup>22</sup> Biólogo, Dr., Pesquisador Sênior, Ecologia Aplicada: pesquisa, ensino e suporte ambiental, Bauru, SP - fhc.eco@gmail.com

<sup>23</sup> Bióloga, Msc. em Ciência e Tecnologia Ambiental, Bauru, SP - leticiagilli.bio@gmail.com

<sup>24</sup> Bióloga, Especialista em Neurociência da Aprendizagem, Professora na Supera, Bauru, SP - tamirescastro.bio@gmail.com

<sup>25</sup> Bióloga, Dra., Laboratório de Ictiologia, Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista - laisreia@gmail.com

<sup>26</sup> Bióloga, Prefeitura Municipal de Lins, SP - franbarreira@yahoo.com

<sup>27</sup> Biólogo, Mestrando em Bioprospecção Molecular, Universidade Regional do Cariri, CE - ga.pavanbotero@gmail.com

Paulo (IBGE, 2020). O avanço do plantio de eucalipto tem ocorrido principalmente sobre as áreas de pecuária extensiva de baixa produtividade (VIANA, 2007). Por sua vez, a silvicultura, com seus diferentes graus de complexidade estrutural e diferentes manejos culturais, traz novos elementos na composição da paisagem, formando, junto aos remanescentes de vegetação nativa, grandes mosaicos florestais na matriz agrícola. Segundo SAUNDERS et al. (1991), a estrutura de uma paisagem agrícola interfere na dinâmica das populações, alterando a possibilidade de deslocamento e o risco de extinção de determinadas populações. Com essa nova dominância e expansão da silvicultura, há também novos arranjos sobre a biodiversidade e pouco se conhece sobre esses impactos, principalmente sobre a fauna.

Dependendo da complexidade estrutural de uma paisagem agrícola já estabelecida, uma nova matriz, quando inserida nessa paisagem, pode impedir ou facilitar a movimentação das espécies, além de poder servir como habitat alternativo para as espécies que originalmente ocupavam as áreas nativas (MEDELLIN; EQUIHUA, 1998, PARDINI, 2004, DOTTA; VERDADE, 2011, GHELER-COSTA, et al. 2012, MARTIN et al., 2012, PENTEADO et al., 2016, VERDADE et al., 2016), podendo fornecer recursos tróficos diferentes dos pré-existentes. Sabemos que as formações florestais nativas, os recursos hídricos, o uso do solo na matriz e as monoculturas são determinantes para a presença ou ausência de certos grupos de vertebrados, da mesma forma que influenciam na dieta das espécies presentes. Nesse sentido, este capítulo trata de ecologia trófica, um estudo específico sobre o grau de interações existentes entre os organismos e os elementos que atuam na estrutura do ecossistema. A compreen-

são da ecologia trófica das espécies fornece ferramentas que possibilitam a análise da dieta da fauna em diferentes habitats, auxiliando no entendimento do comportamento e da dinâmica alimentar das espécies em paisagens dominadas pela silvicultura.

Estudos em ecologia trófica de mamíferos em paisagens silviculturais dominadas por eucalipto vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas e têm contribuído para promover a conservação da fauna, o manejo e a gestão da paisagem ao longo do tempo e desenvolver novas técnicas para estudos da fauna presente em paisagens monoculturais, orientando as empresas de eucalipto quanto a formas de manejo que considerem a fauna nos processos de conservação da biodiversidade.

A análise da ecologia trófica, também conhecida como estudo da dieta, depende da coleta de amostras do material consumido pelos indivíduos, podendo ser realizada, basicamente, de duas formas: coleta de conteúdo estomacal e/ou coleta de amostras fecais. Atualmente, exceto em casos de animais mortos (onde é usado o conteúdo estomacal), a maioria dos estudos tróficos utilizam amostras fecais para a análise da dieta (MOTTA-JUNIOR et al., 1996, GHELERCOSTA et al., 2018). As amostras fecais são coletadas em campo ou em cativeiro e devem ser acondicionadas em embalagens plásticas e devidamente identificadas com dados como: nome do coletor, local, coordenadas geográficas, data, hora e ambiente. Todas as amostras devem ser fotografadas com escala para registro e possíveis inconsistências. Posteriormente, as amostras coletadas podem ser fracionadas, caso haja a previsão de análises isotópicas e/ou de DNA, uma vez

que cada método tem seus protocolos de coleta e armazenamento para análise laboratorial a posteriori.

Em se tratando de análise convencional da dieta de mamíferos carnívoros, o processamento das amostras fecais passa por vários processos. Primeiro, devem ser lavadas em água corrente, utilizando duas peneiras de diferentes malhas (1,0 mm e 0,05 mm), colocadas uma sobre a outra. Posteriormente, as amostras devem ser levadas para a estufa para secagem em temperatura variando entre 40°C e 50°C, durante aproximadamente 48 horas, e depois triadas a olho nu (MORATÓ, 2001). A triagem dos itens alimentares, tanto de origem animal como de origem vegetal, deve ser realizada primeiro a olho nu e, depois, com o auxílio de lupa estereoscópica (MORATÓ, 2001). Os itens encontrados devem ser separados em diferentes categorias como: penas, pelos, unhas, fragmentos de ossos, escamas, dentes, invertebrados, sementes, material vegetal e material inerte (antrópicos) (GHELER-COSTA et al., 2018). Cada item deve ser analisado individualmente e com muita atenção para que a identificação das presas alcance os menores níveis taxonômicos possíveis. Uma ficha de identificação deve ser criada para registro dos dados de contagem e caracterização de cada item consumido, para análises matemáticas posteriores. Após essa triagem, uma análise microscópica dos pelos deve ser realizada segundo a técnica descrita por Quadros; Monteiro-Filho (2006 a/b) e orientada por chaves de identificação de pelos (QUADROS, 2002, MARTIN et al., 2009, FELIX et al., 2017, MIGLIORINI et al, 2017).

A ecologia trófica para estudo de mamíferos em paisagens agrícolas, por ser um método indireto, apresenta limita-



ções e vieses associados ao método de análise convencional de amostras fecais/estomacais, pois os resultados podem ser influenciados por fatores como clima, época do ano e até mesmo o pesquisador, além de exigir muito cuidado e eficiência na triagem e identificação dos itens (PUTMAN, 1984). Apesar disso, esta análise produz dados e informações de extrema importância, tanto para o conhecimento da ecologia trófica das espécies de predadores, quanto para a seleção e sazonalidade das presas e o uso do espaço por presas e predadores (DALPONTE, 1997, GALINDO-LEAL; KREBS, 1998, GHELER-COSTA et al., 2018). Informações sobre a movimentação dos animais pela paisagem e preferências de *habitat* para forrageamento são fundamentais para uma melhor compreensão de um conjunto de processos e padrões evolutivos, fisiológicos e comportamentais que são essenciais para a tomada de decisões quanto à conservação, principalmente em paisagens agrícolas.

Para tentar sanar lacunas deixadas pela análise convencional das amostras fecais, desde a década de 1980 pesquisadores têm optado pela análise de isótopos estáveis como método complementar na compreensão da ecologia trófica de mamíferos, inclusive para fósseis (DE NIRO; EPSTEIN, 1981, TIESZEN et al., 1983, CRAWFORD et al., 2008, BISI et al., 2012, CLEMENTZ, 2012, MAGIOLI et al., 2014). Os isótopos estáveis, principalmente carbono e nitrogênio, podem ser utilizados para reconstruir algumas informações sobre a dieta e hábitos alimentares (HOBSON; CLARK, 1992), inferir sobre movimentos de migração ou mesmo de uso do espaço na paisagem (HOBSON; SEASE, 1998) e até para determinar o destino dos nutrientes assimilados pelo animal por meio do consumo de determinada presa (TIESZEN et al.,

1983, TIESZEN; FAGRE, 1993). A análise isotópica dos itens encontrados na dieta das espécies de mamíferos carnívoros tem contribuído para o melhor entendimento de como estas espécies utilizam os diferentes ambientes que compõem a paisagem agrossilvipastoril, alocação de recursos, caracterização das relações tróficas nas cadeias, movimentação dos animais na paisagem e alterações no uso dos *habitats* e na dieta (BOECKLEN et al., 2011). Os isótopos estáveis de carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) fornecem informações relacionadas ao uso dos recursos, *habitats* e alterações nos padrões alimentares das espécies. Isso ocorre por meio das diferenças nas taxas de concentração de carbono em plantas do ciclo fotossintético C3 (vegetação nativa) e C4 (áreas agrossilvipastoris), encontradas nos itens consumidos pelo predador. Os isótopos estáveis de nitrogênio nos permitem inferir sobre alterações no uso dos recursos e dos *habitats* com base nas diferenças entre as taxas de concentração de  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ , oferecendo, assim, sugestões sobre a posição trófica das espécies nas cadeias (BOECKLEN et al., 2011). Com esses dados, pode-se inferir sobre o local de forrageamento e captura das presas e identificar se as espécies de predadores estão usando as áreas agrícolas apenas como passagem ou se forrageiam e se alimentam nessas áreas (MAGIOLI et al., 2014).

De forma geral, o estudo da dieta oferece informações fundamentais à compreensão da amplitude e sobreposição de nicho, especialização trófica e seleção de presas por parte dos predadores (MONTERROSO et al., 2019). Com o uso das análises isotópicas, podemos inferir sobre a origem dos isótopos e, portanto, das presas consumidas. Os predadores, nesse caso, mamíferos carnívoros, são importantes componentes ecológicos nos ecossistemas naturais e até antrópicos, pois

são essenciais para a manutenção da integridade e da diversidade da comunidade biológica, uma vez que controlam as populações de suas presas e influenciam os processos de dispersão de sementes (TERBORGH, 1992). Os carnívoros têm impacto importante e comprovado nas cadeias tróficas, tanto em ecossistemas naturais como antropizados, mas também vêm se destacando em outros processos ecológicos, como propagação de zoonoses, regulação dos ciclos biogeoquímicos e até sequestro de carbono (ESTES et al., 2011). No entanto, os carnívoros, em especial os de grande porte, estão entre os táxons mais ameaçados no mundo, principalmente pela perda de *habitat* nativo, caça e conflitos com humanos (RIPPLE et al., 2014). Dessa forma, entender os processos tróficos nas paisagens silviculturais é uma forma de promover conhecimento e conservação nesse tipo de monocultura.

### **Ecologia trófica de mamíferos em paisagens silviculturais**

A maioria dos mamíferos carnívoros possui especializações para se alimentar exclusivamente de carne, como no caso dos felinos, enquanto outros incluem alimentos vegetais em suas dietas, como frutos, sementes e gramíneas, como os canídeos. Rabinowitz; Walker (1991) apontam que a estrutura da comunidade de carnívoros é influenciada tanto pela abundância relativa e diversidade de presas, como pela configuração do *habitat* em que vivem. A crescente modificação de ambientes naturais pelo homem pode interferir na estrutura das populações de carnívoros e, conseqüentemente, influenciar tanto na dinâmica do ecossistema, como nos seus hábitos alimentares.

A ecologia trófica da onça-parda (*Puma concolor*) em paisagens agrícolas ainda é pouco conhecida e estudada, mesmo se tratando de um felino com extensa área de distribuição e ocorrência nas Américas. A onça-parda tem registro de ocorrência em diferentes tipos de *habitats* ao longo de sua distribuição, sendo encontrada de áreas desérticas/áridas a florestas tropicais úmidas, além de também ocorrer em diferentes altitudes. No entanto, a pressão da caça, a diminuição de suas presas, o conflito com humanos e o desmatamento podem restringir sua área de ocorrência a longo prazo (MAZZOLLI, 2010). Atualmente, esse felino tem sido registrado em ambientes bastante antropizados, incluindo paisagens agrícolas e áreas suburbanas (KERTSON et al., 2011, MIOTTO et al., 2012, MAGIOLI et al., 2014). No Brasil, atualmente, a maior causa do declínio das populações de mamíferos, em especial dos felinos, é a redução ou perda de *habitat* ocasionada pela ação antrópica da expansão agrícola, pecuária, exploração mineral e urbanização (VERDADE et al., 2016). Embora essa espécie não esteja sob ameaça segundo a IUCN (2021) e MMA (2022), sua população se encontra em declínio em grande parte de sua distribuição.

Na dieta da onça-parda em ambientes naturais, os mamíferos são o grupo mais abundante, seguidos por répteis e aves. Entre os mamíferos, destacam-se os roedores e espécies como o quati (*Nasua nasua*), o furão (*Galictis cuja*) e o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (VIDOLIN, 2004). A ecologia de *Puma concolor* tem sido bem estudada em áreas temperadas da América do Norte. No entanto, ainda é relativamente pouco conhecida na região neotropical (MIOTTO et al., 2011, 2012, MAGIOLI et al., 2014, GHELIER-COSTA et al., 2018).

Gheler-Costa et al. (2018) mostram que a dieta da onça-parda, em uma paisagem dominada por silvicultura de eucalipto no município de Angatuba (SP), tem maior frequência de ocorrência de aves (74%), seguida pelos mamíferos (61%), diferindo do que traz a literatura, onde as presas mais frequentes são do grupo dos mamíferos (ROHE, 2002, VIDOLIN, 2004). Dentro deste grupo de presas, os roedores *Necromys lasiurus* e *Oligoryzomys* spp. e o marsupial *Didelphis albiventris* foram as espécies mais frequentes na dieta de *P. concolor*, sendo essas espécies de pequenos mamíferos conhecidamente abundante na área de estudo (MARTIN et al, 2012). Millan (2013) descreve que paisagens silviculturais dominadas por eucalipto podem atrair grande diversidade de aves silvestres, proporcionando-as abrigo e alimento, principalmente nos primeiros anos do plantio, o que pode explicar o grande consumo deste item na dieta de *P. concolor* no estudo de Gheler-Costa et al (2018). Segundo Karandikar et al (2022), o tamanho das presas consumidas varia ao longo da sua distribuição do predador, sendo que o consumo de presas de maior porte aumenta quanto mais distante do equador a espécie estiver, e quanto mais próximo ao equador os pumas consomem presas menores e aves, como no caso de estudo de Gheler-Costa et al (2018). Em paisagens monoculturais, a ecologia trófica da onça-parda segue padrões claros de mudanças que podem ser atribuídas às alterações antrópicas na paisagem e deixam claro que o conhecimento de processos ou interações e mecanismos ecológicos, naturais ou induzidos pelo homem são essenciais para a conservação da vida silvestre. Ações de manejo e educação devem ser realizadas para reduzir conflitos entre onça-parda e humanos e, assim, con-

tribuir, de fato, para a conservação da espécie em paisagens agrícolas.

A dieta de cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) em uma paisagem silvicultural com domínio de eucalipto, localizada no município de Angatuba, é composta por diversos itens de origem animal (63%) e vegetal (37%), sendo que os invertebrados, principalmente insetos, são os itens mais representativos, seguidos por frutos, mamíferos de pequeno porte (roedores e marsupiais), aves e répteis. Assim, esta espécie de canídeo pode ser considerada onívora, com consumo preferencial de artrópodes, como já descrito na literatura (FACURE; MONTEIRO-FILHO, 1996, PEDÓ et al., 2006, REIS, 2011). Entretanto, a proporção e frequência no consumo entre os itens alimentares pode variar dentro da área de distribuição e ocorrência de *Cerdocyon thous*. Nas áreas de plantio comercial de eucalipto no município de Angatuba, o cachorro-do-mato apresentou uma amplitude de nicho alimentar menor, quando comparada a outros estudos, pois sua dieta é baseada em insetos e frutos, corroborando com Silveira (1999) e Reis (2011). Pedó et al. (2006) relatam maior consumo de vertebrados e ausência de frutos na dieta desse canídeo no Rio Grande do Sul. Essa variação temporal e espacial na composição da dieta de *C. thous* pode estar relacionada à grande plasticidade alimentar do cachorro-do-mato e à sua capacidade de adaptação às alterações antrópicas na paisagem (MACDONALD; COURTENAY, 1996, TROVATI et al., 2007, DOTTA; VERDADE, 2011).

Assim como o *C. thous*, a raposinha (*Lycalopex vetulus*) tem demonstrado tolerância aos distúrbios humanos, sendo comum em áreas agrícolas (ROCHA et al, 2008). Ape-

sar de ser uma espécie comum no Brasil, pouco se conhece sobre a ecologia trófica e história de vida desse canídeo, principalmente em paisagens alteradas com predomínio de pastagens e eucaliptais. Na mesma área de talhões comerciais de eucalipto no município de Angatuba, a raposinha apresenta uma dieta onívora, baseada no consumo de frutos, artrópodes e pequenos vertebrados. Entre os artrópodes, o consumo de insetos, principalmente cupins e coleópteros, foram os mais frequentes e abundantes na dieta da raposinha. A maior biomassa consumida pela raposinha é representada pelos frutos, seguida de pequenos mamíferos e aves. A amplitude de nicho alimentar da raposinha nesta área silvicultural foi alta, quando comparada ao descrito na literatura (DE ALMEIDA JÁCOMO et al., 2004), sendo mais diversificada em termos de itens, o que facilita o consumo de todos os recursos disponíveis nesta paisagem agrícola com domínio de eucalipto.

A raposinha (*Lycalopex vetulus*) está classificada como quase ameaçada pela IUCN (2021) e como vulnerável na lista brasileira de espécies ameaçadas (MMA, 2022), e ainda segundo a IUCN (2021) sua população é considerada em declínio por ser mais sensível às alterações antrópicas na paisagem. Esta espécie ocorre naturalmente em baixas densidades em áreas de vegetação nativa e também em áreas silviculturais (DE ALMEIDA JÁCOMO et al., 2004, LYRA-JORGE et al., 2008). Por apresentar uma dieta generalista e composta em sua maioria por insetos, acredita-se que isto possa facilitar o uso de pastagens e outras áreas agrícolas por esta espécie (CZEPAK et al., 2003). No entanto, acredita-se que o diferencial na dieta desta espécie, em uma paisagem silvicultural dominada por eucalipto, seja a relação das espécies consumidas e/ou sua importância na dinâmica ecossistêmica do local,

uma vez que há uma grande disponibilidade de roedores na área de estudo (MARTIN et al., 2012).

O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), maior canídeo brasileiro, também pode ser registrado em áreas silviculturais (REIS, 2011, TIMO et al., 2016), e sua dieta pode ser considerada onívora com amplo espectro de seleção de presa. Segundo os autores deste capítulo, em uma paisagem silvicultural, no município de Angatuba (SP), a dieta desse canídeo é composta de 62% de material de origem animal e 38 % de origem vegetal, sendo que insetos, pequenos mamíferos e aves foram os itens de origem animal mais frequentes respectivamente, e frutos e sementes foram mais frequentes em termos de material de origem vegetal, com grande frequência de ocorrência de fruta do lobo (*Solanum lycocarpum*) e jerivá (*Syagrus* spp.). Este padrão trófico corrobora com o encontrado por outros autores, em áreas conservadas e antropizadas (DIETZ, 1985, MOTTA-JUNIOR et al., 1996, JUAREZ; MARINHO-FILHO, 2002, MOTTA-JUNIOR; MARTINS, 2002, AMBONI, 2007). Mesmo com um padrão trófico semelhante, a frequência no consumo dos itens alimentares, em específico, pode mudar, principalmente em paisagens agrícolas onde a disponibilidade dos recursos pode variar muito ao longo do tempo.

A plasticidade trófica do lobo-guará é um dos fatores que permite com que a espécie permaneça na paisagem agrícola e use os componentes desta paisagem de acordo com suas necessidades e disponibilidade de alimento. Aliado a isto, existe a ampliação da distribuição e área de ocorrência do lobo-guará como resultado da transformação de áreas florestais em áreas degradadas em regeneração, pastagens e mo-



noculturas (CHEIDA, 2005, PAULA, 2009). Tais características ecológicas, aliadas ao fato do lobo-guará ser uma espécie bandeira e classificada como quase ameaçada pela IUCN (2021) e vulnerável na lista de espécies ameaçadas do Brasil (MMA, 2022), podem ser utilizadas para chamar a atenção dos cientistas, sociedade civil e empresas para a importância de ações conservacionistas em paisagens agrícolas.

### **Silvicultura de eucalipto, fauna e conservação**

De forma geral, vimos que algumas espécies de mamíferos carnívoros permanecem em paisagens agrícolas devido a fatores ligados a sua ecologia como a capacidade de uso de diferentes habitats, e a modificações, mesmo que em níveis específicos, em sua ecologia trófica. Mesmo que haja uma grande sobreposição de nicho entre os carnívoros citados acima em áreas de eucalipto, há também entre eles uma diferenciação entre os grupos de itens consumidos e frequência de ocorrência destes itens na dieta, o que pode ser explicado pela disponibilidade e diversidade de presas na paisagem. Isto ocorre porque o tipo de matriz na paisagem tem grande influência na composição e abundância das presas disponíveis assim como nas espécies que ali se encontram (PARDINI et al., 2005, DOTTA; VERDADE, 2007, UGESTU et al., 2008). Sob o olhar da conservação da fauna, o fato das espécies apresentarem uma maior flexibilidade alimentar pode aumentar sua resiliência, até certo ponto, às alterações antrópicas na paisagem, já que espécies com maior plasticidade tendem a permanecer por mais tempo em paisagens antropizadas e com baixa porcentagem de vegetação nativa (DEVICTOR et al., 2008). Outros dois aspectos que devem ser analisados e considerados para a conservação das espécies de

mamíferos carnívoros em paisagens antropizadas - competição e conflitos entre carnívoros silvestres e domésticos (BOITANI; CIUCCI, 1995). Para além do conflito direto entre as espécies de carnívoros por recursos alimentares, existe também o conflito com seres humanos pela predação de animais domésticos como bovinos, caprinos, ovinos e galináceos (LEITE-PITMAN et al., 2002). Uma vez que as espécies de mamíferos carnívoros usam os componentes da paisagem agrícola de acordo com suas necessidades e condições da matriz, não se restringindo apenas aos remanescentes de vegetação nativa presentes na paisagem (LYRA-JORGE et al., 2010, DOTTA; VERDADE, 2011, MAGIOLI et al., 2014, GHELER-COSTA et al., 2018).

Para compreender a ecologia das espécies de fauna silvestre em paisagens silviculturais e agrícolas é importante analisar processos e padrões do ponto de vista de alterações que possam ser reflexo das mudanças de uso e cobertura do solo na região específica. Neste contexto, é comum encontrarmos estudos que abordam padrões de riqueza, abundância e distribuição das espécies, no entanto, analisar o processo trófico e padrões de interações tróficas existentes na área é tão importante quanto, uma vez que, por meio de estudos da dieta das espécies pode-se inferir muito sobre a comunidade de presas disponíveis e sua sazonalidade no consumo, além de informações sobre o uso dos componentes da paisagem para o forrageamento e alimentação.

A abordagem trófica vem para permitir a determinação de padrões de diversidade (riqueza e abundância de espécies) e de processos ecológicos (uso e ocupação dos ambientes, dieta, e sazonalidade de presas) (CAMPOS et al., 2007,

VERDADE et al., 2014, GHELER-COSTA et al., 2018) de forma não-invasiva e, muitas vezes, de baixo custo. Segundo Fernandes (2017), a localização das amostras fecais pode servir de base para inferir sobre a distribuição dos predadores e de suas presas, além de informações sobre a genética das populações e dos indivíduos, por lançar mão de técnicas de análise molecular (MIOTTO et al., 2007). A abordagem trófica atinge um nível de diversidade extremamente importante para a manutenção e conservação das espécies, que é a diversidade funcional, relacionada diretamente com a dieta da espécie. A grande maioria dos levantamentos e monitoramentos levam em conta apenas a diversidade taxonômica e a diversidade filogenética, mas poucos consideram a diversidade funcional, que se refere à variedade de processos e interações que ocorre entre os componentes biológicos (PIRATELLI; FRANCISCO, 2013, FERNANDES, 2017). Esta metodologia permite a obtenção de dados sobre a biodiversidade e biocomplexidade da área de estudo, já que oferece informações de predadores, presas, suas interações e também dos ambientes que compõem a paisagem, além de ser não-invasiva (FERNANDES, 2017). A diversidade funcional apresenta inúmeros resultados relevantes para a avaliação e monitoramento de impactos ambientais, quando comparada à abordagem que leva em consideração apenas a diversidade taxonômica e filogenética (ERNST et al., 2006). Assim, a abordagem trófica pode ser uma ferramenta importante para compreender os processos que determinam o funcionamento das comunidades (PETCHEY; GASTON, 2006).

A presença da fauna silvestre deve ser vista como positiva para o produtor ou empresas de eucalipto, uma vez que sua presença e conservação traz benefícios diretos e indiretos

às práticas de produção mais sustentáveis. Quando há a manutenção das relações ecológicas nos ambientes que compõem a paisagem, garante-se o mínimo das funções e serviços ecossistêmicos, que, por sua vez, são extremamente necessários para que haja a produção e conservação. Os serviços ecossistêmicos são determinantes desde a manutenção da biodiversidade de propágulos vegetais, sementes, fertilidade do solo e polinização, até o controle de espécies consideradas pragas e controle de doenças para própria cultura.

Segundo Verdade et al. (2014), para compreender, identificar e quantificar a complexidade dos pradões e processos ecológicos em uma comunidade, deve-se optar por novas metodologias que permitam estimar a abundância e a biomassa. A abordagem trófica também permite à utilização de novas tecnologias, como marcadores moleculares e isótopos estáveis. Desta forma, a utilização da abordagem trófica pode ser um método mais eficiente em termos de custo-efetivo no levantamento e monitoramento de fauna, principalmente de mamíferos carnívoros.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a FAPESP e ao CNPQ/PIBIC pelos recursos financeiros e bolsas de iniciação científica (Proc. nº 2012/23.897-3, 2012/23186-0, 2012/23186-0), e a todos os alunos que passaram pelo Laboratório de Ecologia e Conservação (LECO), da Universidade do Sagrado Coração entre os anos de 2012 e 2018.

## Referências

- AMBONI, M. P. de M. **Dieta, disponibilidade alimentar e padrão de movimentação de lobo-guará *Chrysocyon brachyurus*, no Parque Nacional da Serra da Canastra, MG.** Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007.
- BISI, T. L.; LAILSON-BRITO, J.; MALM, O. Ecologia Alimentar em Mamíferos Marinhos: Técnicas de Estudo. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 210-234, 2012.
- BOECKLEN, W. J. et al. On the use of stable isotopes in trophic ecology. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 42, n. 1, p. 411-440, 2011.
- BOITANI, L.; CIUCCI, P. Comparative social ecology of feral dogs and wolves. **Ethology Ecology & Evolution**, v. 7, n. 1, p. 49-72, 1995.
- CAMPOS, C. B. et al. Diet of free-ranging cats and dogs in a suburban and rural environment, south-eastern Brazil. **Journal of Zoology**, v. 273, n. 1, p. 14-20, 2007.
- CHEIDA, C. C. **Dieta e dispersão de sementes pelo lobo-guará *Chrysocyon brachyurus* (Illiger 1815) em uma área com campo natural, Floresta Ombrófila Mista e silvicultura, Paraná, Brasil.** Dissertação de Mestrado, UFPR, Curitiba, Paraná, 2005.
- CLEMENTZ, M. T. New insight from old bones: stable isotope analysis of fossil mammals. **Journal of Mammalogy**, v. 93, n. 2, p. 368-380, 2012.

CRAWFORD, K.; MCDONALD, R. A.; BEARHOP, S.. Applications of stable isotope techniques to the ecology of mammals. **Mammal Review**, v. 38, n. 1, p. 87-107, 2008.

CZEPAK, C.; DE ARAÚJO, E. A.; FERNANDES, P. M.. Ocorrência de espécies de cupins de montículo em pastagens no estado de goiás the occurrence of mound-building termite species in pastures, in goiás, brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2007.

DALPONTE, J. C. 1997. Diet of the hoary fox, *Lycalopex vetulus*, in Mato Grosso, central Brazil. **Mammalia**, 61:537–546.

DE ALMEIDA JÁCOMO, A. T.; SILVEIRA, L.; DINIZ-FILHO, J. A. F.. Niche separation between the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. **Journal of Zoology**, v. 262, n. 1, p. 99-106, 2004.

DENIRO, M. J.; EPSTEIN, S.. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 45, n. 3, p. 341-351, 1981.

DEVICTOR, V.; JULLIARD, R.; JIGUET, F.. Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. **Oikos**, v. 117, n. 4, p. 507-514, 2008.

DIETZ, J. M. *Chrysocyon brachyurus*. **American Society of Mammalogists: Mammalian Species**, 1985.

DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Trophic categories in a mammal assemblage: diversity in an agricultural landscape. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 287-292, 2007.

DOTTA, G.; VERDADE, L. M. Medium to large-sized mammals in agricultural landscapes of South-eastern Brazil. **Mammalia**, v.75, p. 345-352, 2011

ERNST, R.; LINSENMAIR, K. E.; RODEL, M. O. Diversity erosion beyond the species level: dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian communities. **Biology Conservation**, v. 133, n. 2, p. 143-155, 2006.

ESTES, J. A. et al. Trophic downgrading of planet Earth. **Science**, v. 333, n. 6040, p. 301-306, 2011.

FACURE, K. G.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Feeding habits of the crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Carnivora, Canidae), in a suburban area of southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 60, n. 1, p. 147-149, 1996.

FELIX, G. A.; FLORES, C. P.; QUADROS, J.; FIORAVANTI, M. C. S.; PIOVEZAN, U. **Software fauna online: módulo tricologia**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2017. 7 p.

FERNANDES, T. C. R.. **Relação custo/benefício de métodos de levantamento de fauna silvestre**. Dissertação de Mestrado, UFSCar, São Carlos, São Paulo, 2017.

GALINDO-LEAL, C.; KREBS, C. J. Effects of food abundance on individuals and populations of the rock mouse (*Peromyscus difficilis*). **Journal of Mammalogy**, v. 79, n. 4, p. 1131-1142, 1998.

GHELER-COSTA, C., VETTORAZZI, C. A., PARDINI, R.; VERDADE, L. M.. The distribution and abundance of small

mammals in agroecosystems of southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 76, n. 2, 2012, p. 185-191.

GHELIER-COSTA, C., BOTERO, G. P., REIA, L., GILLI, L., COMIN, F. H., VERDADE, L. M. Ecologia trófica de onça-parda (*Puma concolor*) em paisagem agrícola. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 203-225, 2018.

HOBSON, Keith A.; CLARK, Robert G. Assessing avian diets using stable isotopes I: turnover of  $^{13}\text{C}$  in tissues. **The Condor**, v. 94, n. 1, p. 181-188, 1992.

HOBSON, K. A.; SEASE, J. L. Stable isotope analyses of tooth annuli reveal temporal dietary records: an example using Steller sea lions. **Marine Mammal Science**, v. 14, n. 1, p. 116-129, 1998.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=destaques> Acesso em: janeiro de 2022.

IUCN. **Red List**. 2021. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org> Acesso em: abril de 2022.

JUAREZ, K. M.; MARINHO-FILHO, J. Diet, habitat use, and home ranges of sympatric canids in central Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 4, p. 925-933, 2002.

KARANDIKAR, H. et al. Dietary patterns of a versatile large carnivore, the puma (*Puma concolor*). **Ecology and Evolution**, v. 12, n. 6, p. e9002, 2022.



KERTSON, B. N. et al. Cougar space use and movements in the wildland–urban landscape of western Washington. **Ecological Applications**, v. 21, n. 8, p. 2866-2881, 2011.

LEITE-PITMAN, R. et al. **Manual de identificação, prevenção e controle de predação por carnívoros**. Brasília: IBAMA, 2002.

LYRA-JORGE, M. C.; CIOCHETI, G.; PIVELLO, V. R.. Carnivore mammals in a fragmented landscape in northeast of São Paulo State, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 7, p. 1573-1580, 2008.

LYRA-JORGE, M. C. et al. Influence of multi-scale landscape structure on the occurrence of carnivorous mammals in a human-modified savanna, Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 56, n. 3, p. 359-368, 2010.

MACDONALD, D. W.; COURTENAY, O.. Enduring social relationships in a population of crab-eating zorros, *Cerdocyon thous*, in Amazonian Brazil (Carnivora, Canidae). **Journal of Zoology**, v. 239, n. 2, p. 329-355, 1996.

MAGIOLI, M. et al. Stable isotope evidence of *Puma concolor* (Felidae) feeding patterns in agricultural landscapes in southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 46, n. 4, p. 451-460, 2014.

MARTIN, P. S.; GHELIER-COSTA, C.; VERDADE, L. M.. Microestruturas de pêlos de pequenos mamíferos não-voadores: chave para identificação de espécies de agroecossistemas do estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 233-241, 2009.

MARTIN, P. S.; GHELIER-COSTA, C.; LOPES, P. C.; ROSALINO, L. M.; VERDADE, L. M. Terrestrial non-volant small mammals in agro-silvicultural landscapes of Southeastern Brazil. **Forest, Ecology and Management**, v. 282, p. 185-195, 2012.

MAZZOLLI, M. Mosaics of exotic forest plantations and native forests as habitat of pumas. **Environmental Management**, v. 46, n. 2, p. 237-253, 2010.

MEDELLIN, R. A.; EQUIHUA, M.. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. **Journal of applied Ecology**, v. 35, n. 1, p. 13-23, 1998.

MIGLIORINI, R. P. et al. Análise tricológica de pêlos-guarda de roedores do pampa brasileiro, com uma chave de identificação. **Mastozoología Neotropical**, v. 24, n. 2, p. 389-399, 2017.

MILLAN, C. H.. **Influência de práticas de manejo e contexto da paisagem sobre a ocorrência de aves em plantio exótico de eucalipto**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MIOTTO, R. A. et al. Identification of pumas (*Puma concolor* (Linnaeus, 1771)) through faeces: a comparison between morphological and molecular methods. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 963-965, 2007.

MIOTTO, R.A.; CERVINI, M.; BEGOTTI, R.A.; GALETTI, J.R PM. Monitoring a puma (*Puma concolor*) population in a fragmented landscape in southeast Brazil. **Biotropica**, v. 44, n. 1, p. 98-104. 2012.

MIOTTO, R.A.; CERVINI, M.; BEGOTTI, R.A.; GALETTI, J.R.P.M. Genetic diversity and population structure of pumas (*Puma concolor*) in southeastern Brazil: implications for conservation in a human-dominated landscape. **Conservation Genetics**, v. 12, n. 6, p. 1447-1455. 2011.

MMA - Portaria 148/2022 - **Lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção**. [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P\\_mma\\_148\\_2022\\_altera\\_anexos\\_P\\_mma\\_443\\_444\\_445\\_2014\\_atualiza\\_especies\\_ameacadas\\_extincao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf)

MONTERROSO, p. et al. Feeding ecological knowledge: the underutilised power of faecal DNA approaches for carnivore diet analysis. **Mammal Review**, v. 49, n. 2, p. 97-112, 2019.

MORATÓ, D. Q. **Seletividade e sazonalidade das presas consumidas pelo lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) no parque nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais**. 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001

MOTTA-JUNIOR, J. C. et al. Diet of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus*, in central Brazil. **Journal of Zoology**, v. 240, n. 2, p. 277-284, 1996.

MOTTA-JUNIOR, J. C. et al. The frugivorous diet of the maned wolf, *Chrysocyon brachyurus* in Brazil: ecology and conservation. **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**, p. 291-303, 2002.

PALOMARES, F.; ADRADOS, B.. The use of molecular tools in ecological studies of mammalian carnivores. In: **Applied ecology and human dimensions in biological conservation**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. p. 105-116.

PARDINI, R.. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 13, p. 2567-2586, 2004.

PARDINI, R. et al. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n. 2, p. 253-266, 2005.

PAULA, R. C. de. **Adequabilidade ambiental dos biomas brasileiros à ocorrência do lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e efeitos da composição da paisagem em sua ecologia espacial, atividade e movimentação**. Piracicaba (SP/BR): Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. Portuguese, 2016.

PEDÓ, E. et al. Diet of crab-eating fox, *Cerdocyon thous* (Linnaeus)(Carnivora, Canidae), in a suburban area of southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 637-641, 2006.

PENTEADO, M. et al. Bird diversity in relation to land use in agricultural landscapes of southeastern Brazil. In: GHELIER-COSTA et al. (Orgs.) **Biodiversity in Agricultural Landscapes of Southeastern Brazil**. De Gruyter, Berlin, p. 9783110480849-017, 2016.

PETCHEY, O. L.; GASTON, K. J. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology Letters**, v. 9, n. 6, p. 741-758, 2006.

PIRATELLI, A. J.; FAVORETTO, G. R.; BELLEMO, A. C.. Biologia da conservação: uma ciência multidisciplinar. In: PIRATELLI, A.J.; FRANCISCO, M.R. **Conservação da biodiversidade: dos conceitos às ações**. Rio de Janeiro, Technical Books, p. 19-41, 2013.

PUTMAN, R. J. Facts from faeces. **Mammal Review**, v. 14, n. 2, p. 79-97, 1984.

QUADROS, J. **Identificação microscópica de pêlos de mamíferos e suas aplicações no estudo da dieta de carnívoros**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná. 2002.

QUADROS, J.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Coleta e preparação de pêlos de mamíferos para identificação em microscopia óptica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 274-278, 2006 (a).

QUADROS, J.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Revisão conceitual, padrões microestruturais e proposta nomenclatória para os pêlos-guarda de mamíferos brasileiros. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 1, p. 279-296, 2006 (b)

RABINOWITZ, A. R.; WALKER, S. R. The carnivore community in a dry tropical forest mosaic in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. **Journal of Tropical Ecology**, v. 7, n. 1, p. 37-47, 1991.

REIS, N. R. et al. **Mamíferos do Brasil**. 2a edição. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RIPPLE, W. J. et al. Saving the world's terrestrial megafauna. **Bioscience**, v. 66, n. 10, p. 807-812, 2016.

ROCHA, E. C. et al. Densidade populacional de raposa-do-campo *Lycalopex vetulus* (Carnivora, Canidae) em áreas de pastagem e campo sujo, Campinápolis, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia**. Série Zoologia, v. 98, p. 78-83, 2008.

ROHE, F. **Hábitos Alimentares da Suçuarana (*Puma concolor*) (Linnaeus 1771) em Mosaico de Floresta Secundária e reflorestamento de *Eucalyptus saligna*, em Mata Atlântica, no Município de Pilar do Sul-SP.** 2002.

SAUNDERS, D. A., HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, v.5, p. 18-32, 1991.

TERBORGH, J.. Maintenance of diversity in tropical forests. **Biotropica**, p. 283-292, 1992.

TIESZEN, L. L. et al. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implications for  $\delta^{13}C$  analysis of diet. **Oecologia**, v. 57, n. 1, p. 32-37, 1983.

TIESZEN, L. L.; FAGRE, T.. Effect of diet quality and composition on the isotopic composition of respiratory CO<sub>2</sub>, bone collagen, bioapatite, and soft tissues. In: **Prehistoric human bone**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1993. p. 121-155.

TIMO, T.P.; LYRA-JORGE, M.C.; GHELIER-COSTA, C.; VERDADE, L.M. Effect of the plantation age on the use of Eucalyptus stands by médium to large-sized wild mammals in south-eastern Brazil. **Biogeosciences and Forestry**, 8(2), 108-113. 2016.

TROVATI, R. G.; DE BRITO, B. A.; BARBANTI DUARTE, J. M.. Área de uso e utilização de habitat de cachorro-domato (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766) no cerrado da região central do Tocantins, Brasil. **Mastozoología Neotropical**, v. 14, n. 1, p. 61-68, 2007.

UMETSU, F.; PAUL METZGER, J.; PARDINI, R. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, v. 31, n. 3, p. 359-370, 2008.

VERDADE, L. M. et al. The conservation value of agricultural landscapes. In: VERDADE et al. **Applied ecology and human dimensions in biological conservation**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. p. 91-102.

VERDADE, L. M.; GHELER-COSTA, C.; LYRA-JORGE, M. C. The multiple facets of agricultural landscapes. In: GHELER-COSTA et al. **Biodiversity in Agricultural Landscapes of Southeastern Brazil**, v. 366, p. 9783110480849-003, 2016.

VIANA, V. M. **As florestas e o desenvolvimento sustentável na Amazônia**. Valer Editora, 2007.

VIDOLIN, G. P. **Aspectos bio-ecológicos de Puma concolor, Leopardus pardalis e Leopardus tigrinus na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil**. Curitiba: UFPR. Dissertação de Mestrado—Universidade Federal do Paraná, 2004.





# USO DO EUCALIPTO NO CULTIVO DO COGUMELO COMESTÍVEL SHIITAKE EM TORAS

Meire Cristina Andrade Cassimiro da Silva<sup>28</sup>

Olívia Gomes Martins<sup>29</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto, trazida ao Brasil em 1903 para suprir a demanda de lenha, postes e dormentes das estradas de ferro na região Sudeste, consolidou-se como a principal da silvicultura nacional (GONTIJO, 2018). O gênero corresponde a 77% das florestas plantadas no país, com quase 7 milhões de hectares, e seus produtos são de suma importância para diversas indústrias, como papel, celulose, móveis, painéis de madeira, pisos, carvão, construção civil (AMORIM et al., 2021), tecido sintético, cápsulas de remédios, produtos de limpeza, alimentícios, perfumes, medicamentos, entre outros (GONTIJO, 2018).

Outra aplicabilidade desta espécie é no cultivo de cogumelos comestíveis, sobretudo do cogumelo *Lentinula edodes*, popularmente conhecido como shiitake. Este cultivo originou-se no leste Asiático, tradicionalmente realizado em toras de árvores como eucalipto, carvalho, mangueira e abacateiro (BACH et al., 2018). Atualmente, esta técnica de cultivo ainda é responsável por 25% da produção deste cogumelo (KOBAYASHI et al., 2020).

---

<sup>28</sup> Engenheira Agrônoma, Bióloga, Dra., Docente das Faculdades Galileu e Gran Tietê, mcandrade@hotmail.com

<sup>29</sup> Bióloga, M. Sc., Doutoranda em Agronomia (Energia na Agricultura), FCA/UNESP, oliviagmartins@gmail.com

O cultivo artesanal de cogumelos em toras configura-se como uma prática agrícola sustentável e de baixo custo, sendo necessária pouca área e mão de obra, podendo ser uma complementação de renda para pequenos produtores rurais. A madeira utilizada para o cultivo pode ser de reflorestamento ou da própria propriedade rural (BETT, 2016).

Neste capítulo, serão abordadas as etapas para a produção de shiitake em toras de eucalipto.

## **2. SHIITAKE (*Lentinula edodes*)**

O cogumelo shiitake, de nome científico *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, foi classificado em 1877 por Miles Joseph Berkeley e, posteriormente, por Pegler, em 1975 (FERREIRA NETTO, 2018). Atualmente, a taxonomia é: reino Fungi, divisão Eumycotina, subdivisão Basidiomycotina, filo Basidiomycota, classe Basidiomycetes, ordem Agaricales, família Tricholomataceae, gênero *Lentinula*, espécie *Lentinula edodes* (VÁSQUEZ; ALVARADO, 2021).

O nome shiitake tem origem na língua japonesa, em que “shii” = árvore e “take” = cogumelo, sendo que o Japão e a China ainda são os maiores produtores e consumidores deste cogumelo (CASTRO et al., 2018). Também conhecido como cogumelo do inverno, cogumelo flor, cogumelo do carvalho dourado, cogumelo imperador, entre outros nomes, seu cultivo ocorre há milênios (PONNUSAMY et al., 2022).

Muito apreciado internacionalmente por seu sabor e aroma, este cogumelo também possui características nutricionais desejáveis, contribuindo para uma alimentação saudável (BACH et al., 2018). Esta espécie possui diversas moléculas bioativas, como polissacarídeos, terpenóides, esteróis e lipí-

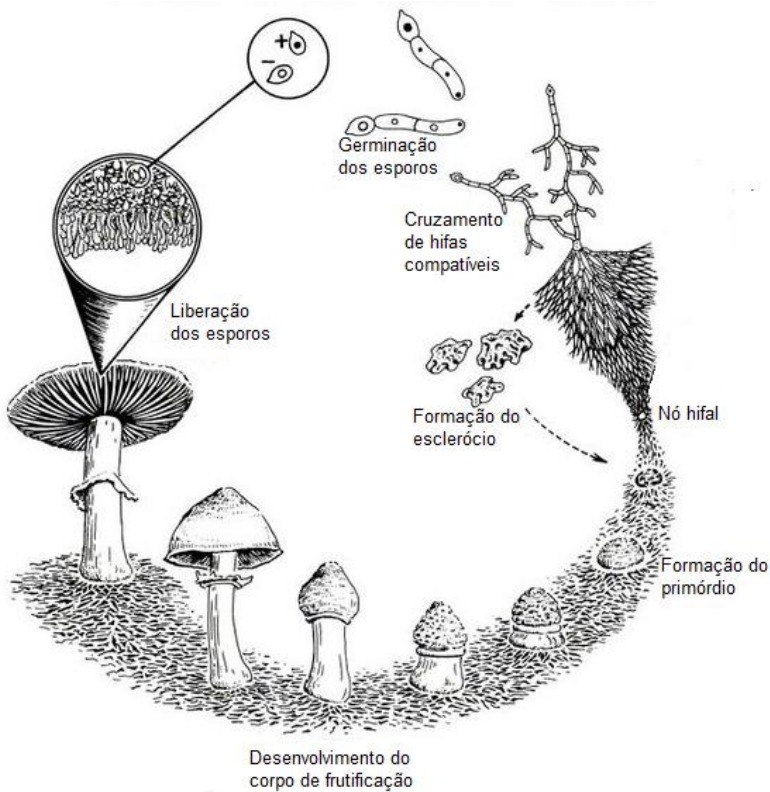
deos, com aplicações medicinais imunomoduladoras, antitumorais, antioxidantes, antivirais, antimicrobianas, hipoglicêmicas, hipocolesterômicas, hepatoprotetoras, entre outras (FINIMUNDY et al., 2014). É o segundo cogumelo mais cultivado no mundo, correspondendo a 25% da produção mundial, e sua importância vem crescendo pois, além do seu valor nutricional e medicinal, novas aplicações vêm sendo descobertas para esta espécie, como produção de bioetanol, controle biológico de fitopatógenos, bioindicação de poluentes no solo e na água e outras aplicações biotecnológicas (HAJDÚ et al., 2022).

Nativo do leste Asiático, esse fungo é um organismo saprófito, ou seja, seu desenvolvimento ocorre em madeira morta em decomposição (LEE et al., 2018). Para sua nutrição, esta espécie secreta enzimas como lacases e celulases para degradar os carbonos complexos da madeira, como a lignina, a celulose e a hemicelulose (KUMAR et al., 2022).

O ciclo reprodutivo de fungos basidiomicetos, como o shitake, está representado na Figura 1. A partir do basidiósporo em contato com o substrato em condições favoráveis, ocorre a germinação e formação das hifas haploides mononucleadas (micélio monocariótico). O cruzamento de duas hifas originárias de basidiósporos diferentes com compatibilidade genética leva à fusão do citoplasma, resultando em hifas dicarióticas binucleadas (micélio dicariótico). A fase de micélio dicariótico corresponde à maior parte do ciclo de vida do shiitake e é nesta etapa que ocorre a degradação e absorção do substrato onde se encontra. Em condições ambientais favoráveis, o micélio diferencia-se para a reprodução sexuada (formação de basidiomas), onde surgem os primórdios que

irão crescer, desenvolver lamelas na parte inferior do píleo e liberar novos basidiósporos, iniciando o ciclo novamente.

**Figura 1.** Ciclo reprodutivo fúngico.

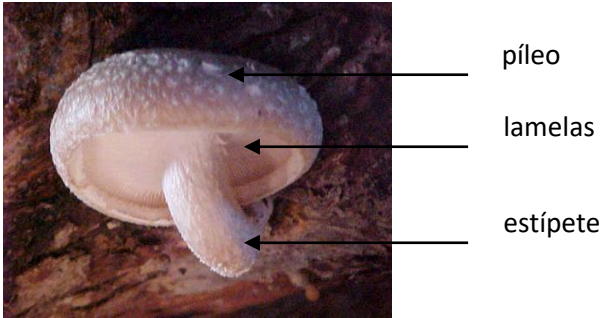


**Fonte:** Adaptado de STAMETS e CHILTON (1983).

Quanto às suas características morfológicas, o micélio é branco, com hifas de 2 a 4 nm de diâmetro. O basidioma (Figura 2), correspondente ao píleo e estípite, é a parte comestível e mais valorizada no mercado. O píleo (“chapéu”) é arredondado, com 5 a 10 cm de diâmetro e coloração marrom e pode ou não apresentar pilosidades. As lamelas são curvilí-

neas e esbranquiçadas e o estípete (“pé”) é fibroso (FERREIRA NETTO, 2018).

**Figura 2.** Basidioma de *Lentinula edodes*.

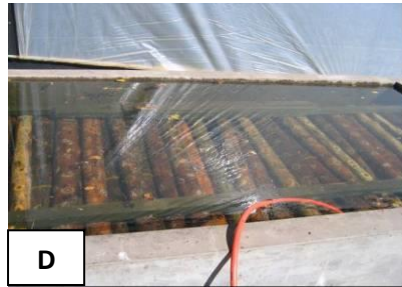


**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2002.

### **3. CULTIVO DO SHIITAKE EM TORAS**

O cultivo em toras possui seis etapas: obtenção das toras, inoculação, incubação, indução de primórdios, formação de basidiomas e colheita (Figura 3).

**Figura 3.** Principais etapas do cultivo do *Lentinula edodes*. **A.** Obtenção das toras; **B.** Inoculação; **C.** Incubação; **D.** Indução de primórdios; **E.** Formação de basidiomas; **F.** Colheita.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2005.

### 3.1. Obtenção das toras

No Brasil, o eucalipto é normalmente utilizado para o cultivo do shiitake em toras devido à sua disponibilidade, custo baixo e crescimento, embora outras madeiras possam ser utilizadas, como o carvalho e a nogueira (CALGAROTO, 2019). Na Figura 4 estão algumas das espécies e clones de eucalipto que já foram testadas para o cultivo de Shiitake.

**Figura 4.** Discos de 7 espécies e 3 clones de eucalipto para cultivo de shiitake. Os clones 23, 24 e 25 são híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*.



**Fonte:** (ANDRADE, 2007).

Para a escolha da madeira, tem-se as seguintes recomendações:

- Utilizar árvores de primeiro ou de segundo corte, por possuírem alburno (região da árvore que será colonizada pelo fungo) maior que o cerne. Após vários cortes e rebrotas, a concentração de substâncias fenólicas na árvore aumenta, o que pode inibir o crescimento do fungo.

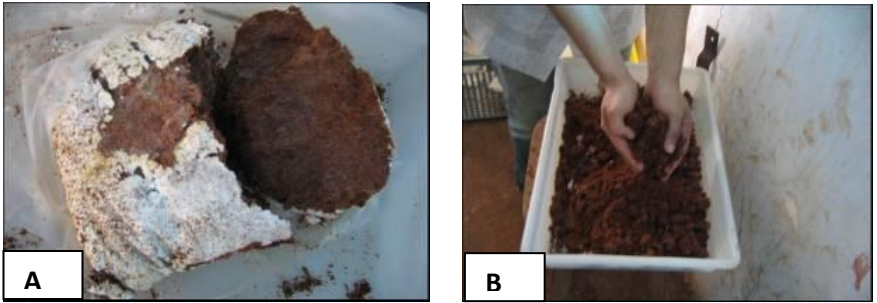
- A casca das toras serve como reserva de nutrientes para o desenvolvimento do micélio, bem como barreira física contra desidratação da madeira. Portanto, deve ser resistente e sem rachaduras para suportar as variações ambientais e o manuseio durante o cultivo.
- Utilizar toras com poucos galhos ou nós, pois apará-los pode facilitar a entrada de contaminantes, patógenos e/ou pragas.
- Recomenda-se que as toras possuam dimensões de 1 m de comprimento com 9 a 15 cm de diâmetro para facilitar o manuseio. Diâmetros menores (5-8 cm) produzem rapidamente, mas os cogumelos podem apresentar píleo pequeno e estipe fino. Diâmetros maiores, além de serem mais difíceis de manejar, necessitam de um maior período de incubação, o que aumenta a chance de contaminações (EIRA; MONTINI, 1997).

### **3.2. Obtenção do inóculo de shiitake**

O inóculo, também conhecido como “semente”, se refere a um meio de cultura colonizado pelo micélio da espécie fúngica que se deseja cultivar. A confecção do inóculo requer estrutura laboratorial sofisticada e mão de obra especializada, de modo que, para pequenos produtores, recomenda-se adquirir o inóculo de empresas especializadas. De maneira geral, comercializa-se o inóculo de shiitake em duas formas: mistura de serragem e outros insumos, acondicionada em saco de polipropileno (Figura 5), que precisa ser descompactada (“esfarelada”) antes do uso, ou em cavilhas (Figura 6), pedaços de madeira de eucalipto de 2 cm de comprimento e diâmetro aproximado de 0,7 cm (PASCHOLATI et al., 2014).



**Figura 5.** Inóculo de *Lentinula. edodes* em serragem. **A.** aspecto interno e externo. **B.** processo de descompactação.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2005.

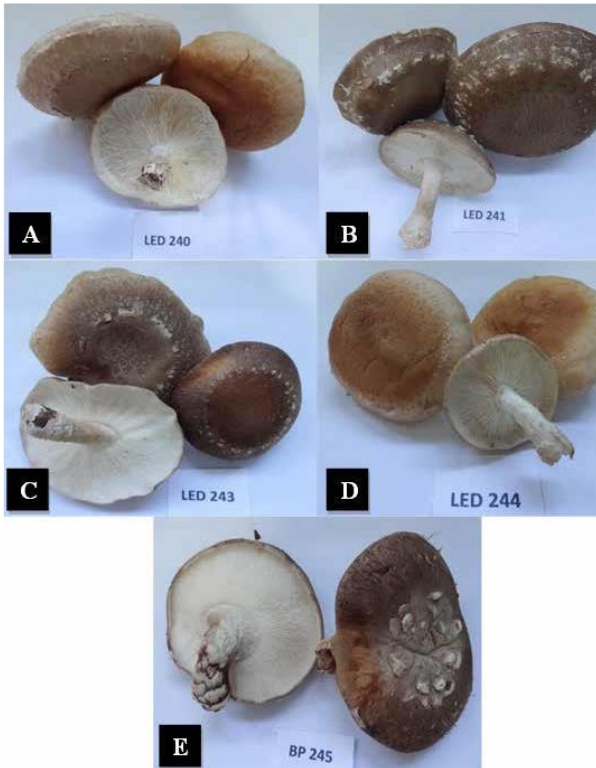
**Figura 6.** Inóculo de *Lentinula. edodes* em cavilhas.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2016.

Um aspecto importante a ser considerado na escolha do inóculo é a linhagem utilizada, pois diferentes linhagens são adaptadas a diferentes regiões e climas, podendo diferir quanto à velocidade de crescimento, produtividade, resistência à contaminantes, temperatura e umidade ótimas, características nutricionais e aspectos morfológicos dos basidiomas (ABILIO et al., 2020), como pode ser visto na Figura 7.

**Figura 7.** Características morfológicas de diferentes linhagens de *Lentinula edodes*.



Legenda: A = LE-240; B = LE-241; C = LE-243; D = LE-244; E = BP-245.

**Fonte:** ABILIO et al., 2020.

### 3.3. Inoculação

O local da inoculação deve ser protegido de raios solares, de chuva e de vento, tanto para inoculação com semente em serragem quanto em cavilhas. Recomenda-se que as toras sejam colocadas em cavaletes para facilitar o procedimento.

Para a inoculação das toras com semente em serragem, é necessário primeiramente descompactá-la. Remove-se a embalagem plástica da semente e, com as mãos lavadas com água e sabão e desinfetadas com álcool 70%, coloca-se o bloco em bandeja, também lavada e desinfetada, desfragmentando-se o bloco cuidadosamente. O tempo de exposição da semente ao ambiente deve ser o mínimo possível. Por isso, a abertura de orifícios nas toras é feita concomitantemente à descompactação da semente.

Para a confecção dos orifícios nas toras (Figura 8), utiliza-se uma furadeira elétrica com velocidade de rotação mínima de 2500 rpm, sendo a rotação ideal 3500 rpm, e um limitador de profundidade para 20 mm (PASCHOLATI et al., 2014).

**Figura 8.** Abertura de orifícios nas toras.



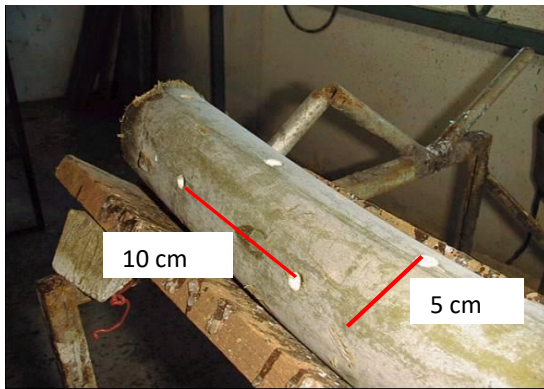
**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2004.

Existem brocas japonesas específicas para este fim, mais caras, porém mais duráveis. Todavia, pode-se utilizar brocas comuns, usadas para furar mourões de cercas de madeira. São mais acessíveis, mas precisam ser constantemente

afiadas. O diâmetro da broca deve ser de 12 mm e devem ser afiadas para não causar rebarbas na tora, pois isso prejudica a inoculação e a vedação dos orifícios com parafina.

Recomenda-se que o número de orifícios por tora seja equivalente a aproximadamente 4 vezes o seu diâmetro (uma tora de 10 cm de diâmetro terá 40 orifícios, por exemplo). Os orifícios são feitos em linhas paralelas, ao longo do comprimento, com uma distância entre linhas de aproximadamente 5 cm e, entre orifícios de uma mesma linha, de 10 cm. O padrão de disposição dos orifícios na tora é em “zig-zag” (Figura 9).

**Figura 9.** Disposição dos orifícios na tora.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2004.

Após a abertura dos orifícios, cada um deles é preenchido com aproximadamente 1,5g de inóculo, utilizando-se um inoculador manual. Os inoculadores manuais podem ser do tipo tambor (Figura 10 A) ou do tipo caneta (Figura 10 B), sendo que diferem na rapidez da inoculação. O inoculador tipo tambor possui um reservatório de sementes, de modo que é possível inocular em média 4 toras sem reabastecer. O ino-

culador tipo caneta precisa ser reabastecido após a inoculação de cada orifício, não sendo recomendado na inoculação de um volume grande de toras.

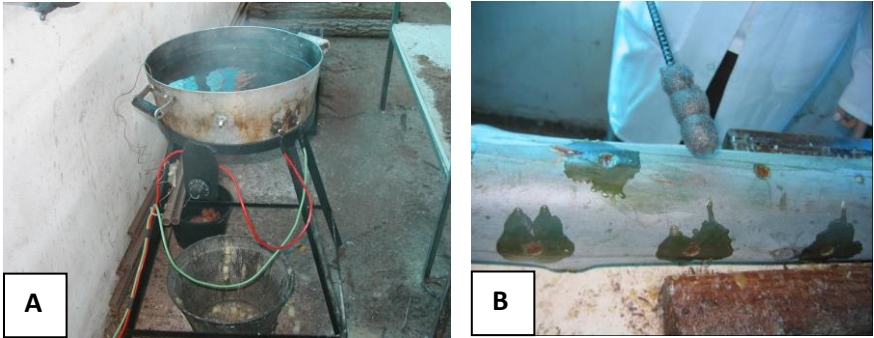
**Figura 10.** Inoculação das toras. **A.** inoculador do tipo tambor. **B.** inoculador tipo caneta.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2004.

Após inoculados, os orifícios devem ser vedados com parafina fundida de 115 a 130 °C, adicionada ou não de 10 a 20 % de breu (este tem como função aumentar a aderência da parafina à casca das toras). Em temperaturas mais baixas, a parafina torna-se esbranquiçada e quebradiça, soltando-se da tora, e, em temperaturas muito altas, a parafina pode matar o micélio, bem como entrar em combustão. Pode-se utilizar um fogareiro a gás ou panela com termostato para liquefazer a parafina, sendo que a panela com termostato tem a vantagem de manter a temperatura constante (Figura 11 A). Pincela-se a parafina em cada orifício ao menos duas vezes, utilizando-se um bastão com esponja de aço amarrada na extremidade (Figura 11 B). A parafina é pincelada formando uma área circular além das bordas dos orifícios, para que não se desprenda da tora, servindo como uma barreira física contra o ressecamento do micélio e entrada de contaminantes

**Figura 11.** Vedação dos orifícios com parafina. **A.** panela elétrica com termostato contendo parafina fundida. **B.** bastão com esponja de aço, embebida em parafina fundida, para vedação dos orifícios.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2005.

Para evitar a exposição da semente ao ambiente, os pacotes devem ser abertos somente quando o último em uso já tiver sido esgotado. Ao final da inoculação, as sobras da semente na bandeja ou nos inoculadores devem ser descartadas, não podendo ser reutilizadas.

Na inoculação com semente em cavilhas, não é necessária a etapa de descompactação. O procedimento de abertura dos orifícios é o mesmo (Figura 12).

**Figura 12.** Abertura dos orifícios para inoculação.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2016.

Após serem abertos, os orifícios são preenchidos com as cavilhas colonizadas pelo micélio de shitake. Utiliza-se um martelo comum para aprofundar as cavilhas nos orifícios (Figura 13).

**Figura 13.** Inoculação com semente em cavilha.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2016.

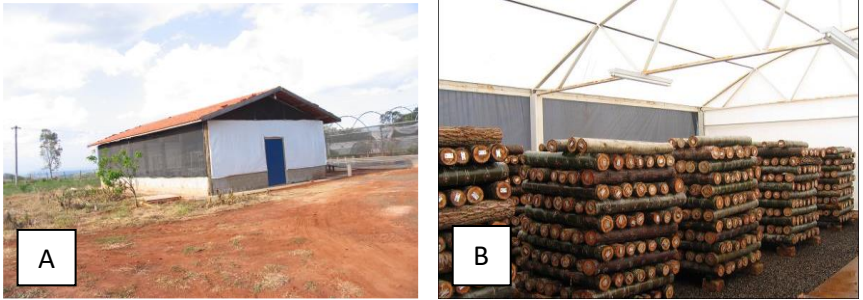
Após a inoculação (e vedação, em caso de semente em serragem) dos orifícios, as toras devem ser dispostas em pilhas para incubação. As pilhas devem conter de 10 a 12 camadas de toras e cada camada, 6 a 7 toras, totalizando 60 a 84 toras por pilha. O espaçamento entre toras de uma mesma camada deve ser de 2 a 5 cm entre si. O sentido de disposição das toras de cada camada deve formar um ângulo de 90° com o sentido das toras das camadas adjacentes. A primeira camada da pilha deve ser colocada sobre blocos de concreto ou tijolos sem orifícios, com altura de 20 a 25 cm, para evitar o contato das toras com possíveis contaminantes do solo. Recomenda-se colocar as toras mais grossas nas extremidades das camadas para facilitar o empilhamento das toras mais finas ao centro, sem riscos para a estabilidade física da pilha. Esta estrutura permite ventilação e infiltração de água entre as toras.

### **3.4. Incubação**

A incubação normalmente é feita em barracão de alvenaria coberto com telha de barro e laterais com sombrite e plástico (Figura 14 A) ou em estufas com cobertura com lona plástica, com laterais com sombrite 70 %, cortinas plásticas e piso com areia grossa ou pedra brita fina (Figura 14 B). Embora o investimento inicial na estufa de plástico e sombrite seja relativamente elevado, é um sistema muito eficiente. A cobertura da estufa deve ser de plástico branco leitoso (150 micras), que tem a função reduzir a incidência de raios solares. Nas laterais, recomenda-se o sombrite 70 %, recoberto por uma cortina externa móvel, para auxiliar no controle parcial da temperatura e umidade relativa da estufa.



**Figura 14.** Ambientes para a fase de crescimento micelial (incubação) de *Lentinula edodes*. **A.** Barracão em alvenaria com telha de barro. **B.** Estufa com sombrite e plástico.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, A. 2006, B. 2004.

Ademais, é possível realizar a incubação das toras em mata (Figura 15).

**Figura 15.** Incubação das toras em mata.



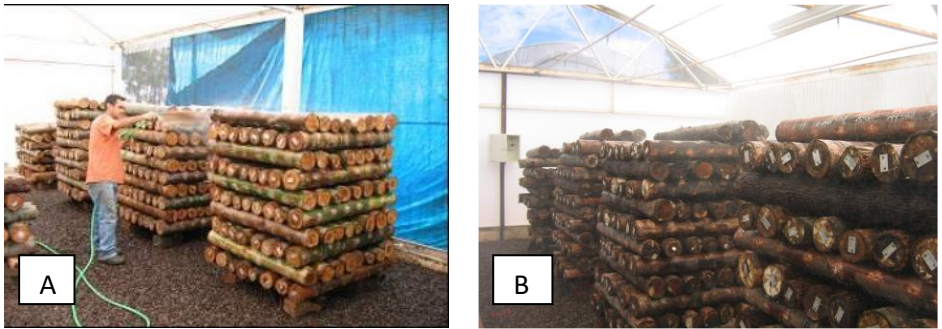
**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2004.

A vantagem do sistema de incubação em mata é o investimento inicial relativamente baixo, sobretudo se o cultivador dispuser desta condição em suas propriedades de cultivo. A desvantagem é que a temperatura e umidade relativa do ar ficam sujeitas ao clima local, sendo difícil de serem controladas. Em épocas chuvosas, as toras ficam extremamente úmidas, o que favorece a contaminação, e, em épocas muito quentes e secas, a manutenção de uma umidade favorável nas toras é dificultada. Todavia, é possível instalar linhas de irrigação ao longo das pilhas, bem como colocar uma cobertura com sombrite 70 % para impedir a incidência de luz solar excessiva, garantindo a umidade adequada das toras.

Em regiões quentes, recomenda-se a incubação das toras em barracão de alvenaria para a manutenção da temperatura e umidade relativa do ar em níveis adequados. A cobertura deve ser de telhado de barro, a umidade, controlada por sistema de irrigação e paredes e chão da estufa devem ser regularmente umedecidos com mangueira de jardim para diminuir a temperatura, quando necessário. As paredes laterais devem possuir aberturas móveis para controlar a luminosidade, ventilação e umidade. É um ambiente de cultivo muito favorável à incubação do shiitake, porém de investimento elevado. Em alguns casos, aproveita-se construções já existentes no local, adaptando-as.

Em quaisquer ambientes para a incubação, a irrigação deve ser feita diariamente, com mangueira de jardim (Figura 16 A) e por aspersores fixados a uma distância de 1 a 2 m do topo das pilhas (Figura 16 B). A falta de água dificulta o crescimento do shiitake, enquanto o excesso favorece o desenvolvimento de pragas e contaminantes.

**Figura 16.** Manutenção da umidade das toras e da estufa de incubação. **A.** Irrigação das toras com mangueira. **B.** Por microaspersão.

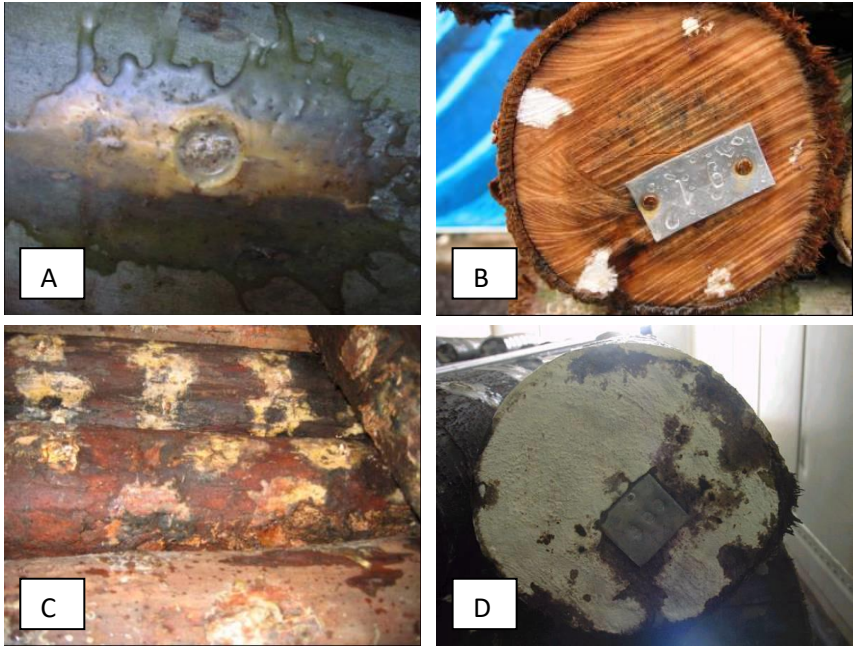


**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2005.

Durante a incubação, a temperatura deve ser mantida entre 20 e 27 °C e a umidade relativa, em torno de 60 % (PASCHOLATI et al., 2014). O monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar pode ser feito por termohigrômetros instalados em diferentes pontos no local de incubação. O período de incubação leva de quatro a seis meses. Recomenda-se inverter a posição das toras a cada dois meses, trazendo as das camadas inferiores para as superiores e vice-versa, para assegurar o desenvolvimento uniforme do fungo.

Algumas semanas após a inoculação, observa-se uma descoloração ao redor dos orifícios, bem como o crescimento de um micélio branco nas extremidades da tora (Figura 17 A e 17 B). O crescimento do micélio fica mais evidente ao final da fase de incubação (Figura 30 C e 30 D).

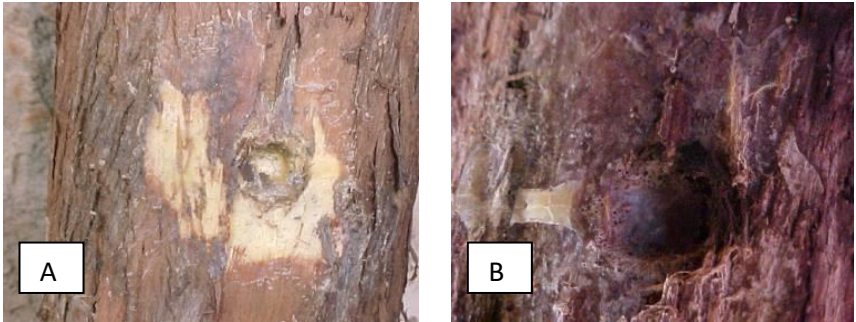
**Figura 17.** Toras de eucalipto com micélio de shiitake: **A e B.** Toras com cerca de um mês de incubação. **C e D.** Toras ao final da fase de incubação.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2005.

A descoloração e/ou amolecimento da tora ao redor dos orifícios é sinal de uma boa colonização pelo *L. edodes* (Figura 18 A), enquanto orifícios escuros e sem amolecimento ao seu redor são um indicativo de que o micélio está morto (Figura 18 B), o que pode favorecer o crescimento de fungos contaminantes, como o *Aspergillus* sp. e o *Trichoderma* sp. (ANDRADE, 2003).

**Figura 18.** Aspecto visual de toras de eucalipto inoculadas com *Lentinula edodes*. **A.** inóculo ativo e colonização satisfatória. **B.** inóculo inativo e ausência de colonização.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2002.

### 3.5. Indução de primórdios

Após a incubação, tem-se a fase de indução de primórdios, que pode ser antecipada ou adiada, dependendo da linhagem, do manejo e das condições ambientais. O surgimento espontâneo dos primórdios nas toras é o indício de que já estão prontas para produzir (Figura 19).

**Figura 19.** Surgimento espontâneo de basidiomas nas toras em incubação.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2005; 2002.

Realiza-se então a indução dos primórdios, que é uma estimulação artificial para otimizar a produção, concentrando-a em um mesmo período. Esta indução pode ser feita de duas formas: choque mecânico e/ou choque térmico.

No choque mecânico, cada tora é levantada a cerca de 45 a 60 cm do solo e solta, para que a madeira bata no chão, guiada pelas mãos para não tombar. Esse procedimento deve ser realizado em piso firme e somente uma vez em cada tora (PASCHOLATI et al., 2014).

Para o choque térmico, realiza-se a submersão das toras em água. As toras são colocadas em tanque de alvenaria, vazio (Figura 20 A), e presas ao fundo deste com correntes de metal (Figura 20 B). As toras são cobertas com água por um intervalo de tempo entre 12 a 24 horas, dependendo do clima e do estado de hidratação das mesmas.

**Figura 20.** Tanque de alvenaria para imersão das toras em água. **A.** disposição das toras no tanque. **B.** amarre das toras com correntes.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2004.

### 3.6. Formação de basidiomas

Após a indução dos primórdios, as toras irão frutificar, ou seja, produzir basidiomas (cogumelos). As toras devem ser removidas do tanque de água com cuidado, pois danos na casca, que estará frágil nesse momento, aumentam as chances de contaminações.

Nesta fase, as toras devem ser dispostas em local coberto, em posição vertical inclinada, com espaçamento de 10 cm entre si (Figura 21).

**Figura 21.** Disposição vertical das toras para a formação de basidiomas.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2005.

A temperatura deve ser mantida em torno de 25 °C e a umidade relativa, entre 70 a 90%, o que pode ser feito molhando-se o chão do local, sem atingir os cogumelos (PASCHOLATI et al., 2014).

### 3.7. Colheita

Realiza-se a colheita quando o píleo dos cogumelos apresentar abertura de 70 - 80 %, o que ocorre entre quatro e oito dias após a indução (Figura 22). Recomenda-se que a colheita seja feita no início da manhã, pois nesse período a temperatura ambiente é mais baixa e o metabolismo do fungo, mais lento.

**Figura 22.** Basidiomas de *L. edodes* prontos para serem colhidos.



**Fonte:** Meire Cristina Nogueira de Andrade, 2016.

Para a colheita, deve-se lavar as mãos com água e sabão e desinfetá-las com álcool 70% e, com o auxílio de um estilete também desinfetado, realizar um pequeno corte no estípite do cogumelo, próximo à casca, evitando-se danificá-la. Os cogumelos devem ser colocados em recipientes rasos para que não se sobreponham e se danifiquem. Os recipientes também devem ser rigorosamente limpos, pois, após a colheita, os cogumelos não são lavados.

Deve-se manter a irrigação de forma indireta (nas paredes e no chão do local) ou por meio de aspersores de vazão baixa (menor que  $7 \text{ L h}^{-1}$ ). Se a umidade relativa estiver muito baixa, pode-se fazer irrigações adicionais, sempre após a colheita, pois os cogumelos não devem ser molhados. Quando molhados, os cogumelos apresentam um aspecto melado, o que dificulta sua comercialização.



### 3.8. Induções subseqüentes

Encerrado o período de colheita, as toras são novamente empilhadas nas instalações de incubação, na mesma estrutura já descrita, e submetidas à irrigação diária até a próxima indução dos primórdios. Neste período, o fungo continua absorvendo mais nutrientes da madeira para o seu crescimento. A próxima indução deverá ocorrer após dois meses. Realiza-se, em média, 3 ciclos de indução e colheita. Os mesmos cuidados com a temperatura, umidade relativa e contaminantes devem ser mantidos.

### REFERÊNCIAS

ABILIO, D. P.; DE OLIVEIRA, G. L. P.; MARTINS, O. G.; MOTTA, S. D. S.; SIQUEIRA, O. A. P. A.; DE ANDRADE, M. C. N. Production of *Lentinula edodes* in wood from hybrid *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla*. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 13, n. 4, p. 1433–1446, 2020.

AMORIM, V. da S. S. De; MONTEIRO, K. M. S.; SOUSA, G. O.; DAMASCENA, J. F.; PEREIRA, J. A.; MORAES, W. dos S. Os benefícios ambientais do plantio de eucalipto: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 11, e318101119604, 2021.

ANDRADE, M. C. N. **Controle de fungos contaminantes no cultivo do cogumelo comestível Shiitake (*Lentinula edodes*) em toras de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*)**. 2003. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2003.

ANDRADE, M. C. N. **Crescimento micelial, produção e características bromatológicas do shiitake em função de linhagens e de propriedades físicas e químicas de espécies e clones de eucalipto.** 2007. 195 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

BACH, F.; HELM, C. V.; DE LIMA, E. A.; BELLETTINI, M. B.; HAMINIUK, C. W. I. Influence of cultivation methods on the chemical and nutritional characteristics of *Lentinula edodes*. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 30, n. 12, p. 1006–1013, 2018.

BETT, C. F. **Cultivo artesanal do cogumelo shiitake: uma potencial atividade para agroecossistemas sustentáveis.** 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

CALGAROTO, B. **Substratos para produção de cogumelos *Lentinula edodes* (Shiitake).** 2019. 34 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

CASTRO, G. dos A. de C.; MESQUITA, M. C. M.; MORENO, L. D.; CUSTÓDIO, D. A. C.; COSTA, G. M. Da; DOMINGUES, E. A. R. Avaliação da eficiência antibacteriana de extrato de *Lentinula edodes* e da solução aquosa do látex de *Euphorbia tirucalli* frente à bactéria *Streptococcus agalactiae*: estudos preliminares. **Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 1–10, 2018.

EIRA, A. F.; MONTINI, R. M. C. **Manual de cultivo do Shiitake: *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1997. 38p.

FERREIRA NETTO, R. G. **Resíduo de colheita de shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) na alimentação de frangos de corte e poedeiras comerciais**. 2018. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2018.

FINIMUNDY, T. C.; DILLON, A. J. P.; HENRIQUES, J. A. P.; ELY, M. R. A Review on General Nutritional Compounds and Pharmacological Properties of the *Lentinula edodes* Mushroom. **Food and Nutrition Sciences**, [s. l.], v. 05, n. 12, p. 1095–1105, 2014.

GONTIJO, D. D. O. **Silvicultura do eucalipto: principais espécies cultivadas no brasil e suas características**. 2018. 50 p. Monografia (MBA em Manejo Florestal de Precisão) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

HAJDÚ, P.; ABDALLA, Z.; EL-RAMADY, H.; PROKISCH, J. Edible Mushroom of *Lentinula* spp.: A Case Study of Shiitake (*Lentinula edodes* L.) Cultivation. **Environment, Biodiversity and Soil Security**, [s. l.], v. 6, n. 2022, p. 41–49, 2022.

KOBAYASHI, T.; OGURO, M.; AKIBA, M.; TAKI, H.; KITAJIMA, H.; ISHIHARA, H. Mushroom yield of cultivated shiitake (*Lentinula edodes*) and fungal communities in logs. **Journal of Forest Research**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 269–275, 2020.

KUMAR, P.; EID, E. M.; AL-HUQAIL, A. A.; ŠIRIĆ, I.; ADELODUN, B.; FAYSSAL, S. A.; VALADEZ-BLANCO, R.; GOALA, M.; AJIBADE, F. O.; CHOI, K. S.; KUMAR, V. Kinetic Studies on Delignification and Heavy Metals Uptake by Shiitake (*Lentinula edodes*) Mushroom Cultivated on Agro-Industrial Wastes. **Horticulturae**, [s. l.], v. 8, n. 4, 2022.

LEE, H. S.; PARK, Y. W.; LEE, H. Y.; CHOI, S. G.; KOO, C. D. Changes of nutrient contents in the log of *Quercus acutissima* by cutting period for *Lentinula edodes* log cultivation. **Forest Science and Technology**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 33–40, 2018.

PASCHOLATI, S. F.; MARASSATTO, C. M.; STANGARLIN, J. R.; BRAND, S. C. **Produção de shiitake em toras de eucalipto**. Piracicaba: ESALQ, 2014. 52 p.

PONNUSAMY, C.; UDDANDRAO, V. V. S.; PUDHUPALAYAM, S. P.; SINGARAVEL, S.; PERIYASAMY, T.; PONNUSAMY, P.; PRABHU, P.; SASIKUMAR, V.; GANAPATHY, S. *Lentinula Edodes* (Edible Mushroom) as a Nutraceutical: A Review. **Biosciences Biotechnology Research Asia**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 1–11, 2022.

STAMETS, P.; CHILTON, J. S. **The mushroom cultivator**. Washington: Agarikon press, 1983, 415 p.

VÁSQUEZ, A. P. M.; ALVARADO, S. N. S. **Estudio comparativo de los métodos de extracción de polisacáridos del hongo Reishi (*Ganoderma lucidum*) y Shiitake (*Lentinula edodes*)**. 2021. 61 p. Monografía (Graduação em Química Farmacêutica) – Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2021.





 *Editora*  
Spessotto