

8. Controle silvicultural

PEDRO GUILHERME LEMES¹, LEANDRO SILVA DE OLIVEIRA¹ & JOSÉ COLA ZANUNCIO²

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Av. Universitária, 1000, Bairro Universitário, CEP 39404-547, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. pedroglemes@hotmail.com

²Departamento de Entomologia/BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa, 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. zanuncio@ufv.br

INTRODUÇÃO

As mudas produzidas nos viveiros são destinadas ao plantio em campo ou em meio urbano, onde se espera que, em quase sua totalidade, desenvolvam-se até a idade de colheita ou durem muito tempo na arborização, mesmo vários anos após o plantio. Durante esse período, várias práticas de manejo podem ser usadas, de maneira integrada, visando reduzir os níveis populacionais das pragas (Wylie & Speight, 2012). Os problemas com pragas, muitas vezes, só são observados após o plantio das árvores em extensas áreas. Como, onde e o que plantar são decisões que o gerente florestal deve tomar e que tem o potencial de influenciar os possíveis danos gerados por pragas e doenças no plantio florestal (Wainhouse, 2005). Técnicas silviculturais podem ser usadas visando reduzir ou prevenir os problemas com insetos desde o plantio até a colheita. No entanto, dependendo da forma como são conduzidos os plantios florestais, podem-se criar condições favoráveis aos insetos, aumentando as chances de surtos ocorrerem ou podendo torná-los ainda piores (Wylie & Speight, 2012).

Controle silvicultural é qualquer alteração nos métodos de plantio, condução, manejo, colheita florestal ou em árvores urbanas, visando reduzir os danos causados por insetos e evitar condições que sejam favoráveis ao inseto alvo (Figura 1). De maneira geral, o controle pode ser alcançado em um local onde as ótimas condições para crescimento das árvores sejam diferentes da praga. Essa técnica baseia-se no conhecimento das condições que favorecem ou inibem o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução de um inseto praga. O controle silvicultural não é tão difundido como outras técnicas de controle de pragas florestais, porque atua de maneira indireta e, geralmente, visa ao controle preventivo e a longo prazo (Barbosa & Wagner, 1989).

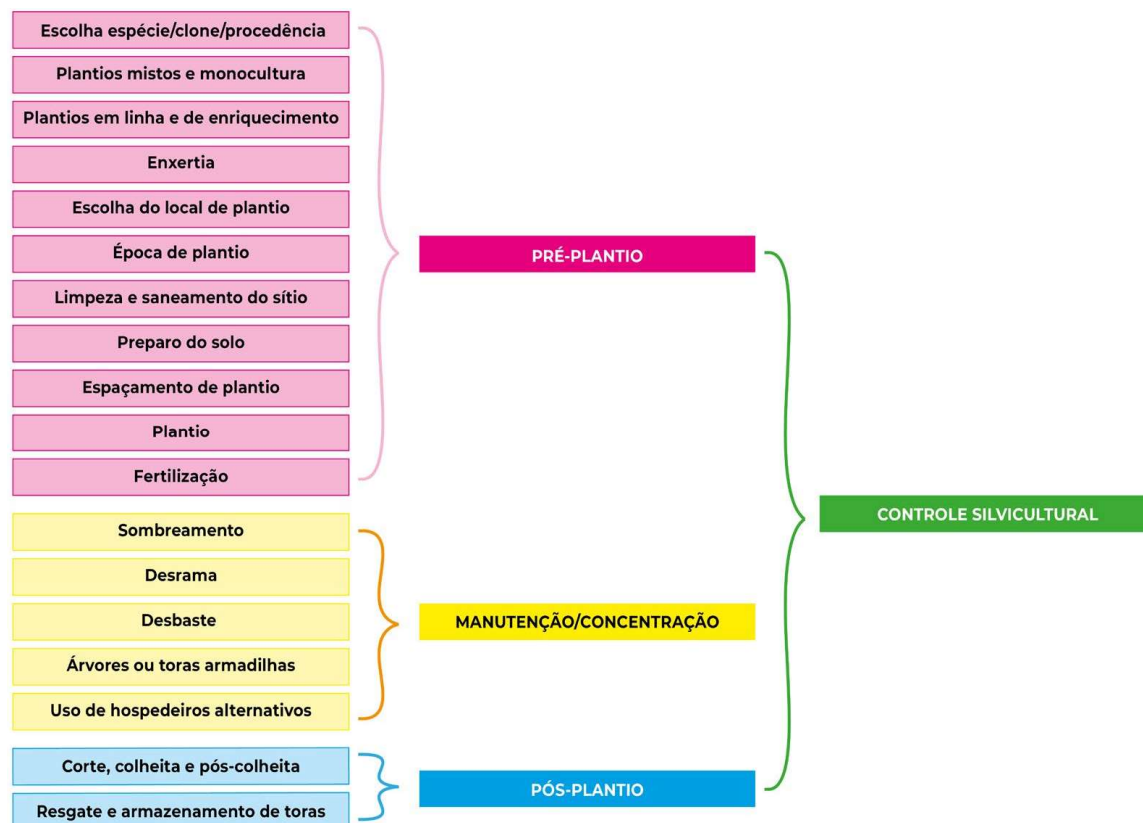


Figura 1. Exemplos de estratégias de controle silvicultural e fase da rotação em que podem ser aplicadas.

O controle silvicultural, apesar de muitas vezes ser efetivo e evitar as condições que levam aos surtos e ao dano, pode ser totalmente inviável. As recomendações de controle podem conflitar com objetivos comerciais do plantio, não sendo economicamente viável, podendo atrapalhar as operações de colheita florestal ou, ainda, resultar em outros efeitos indesejáveis. Por exemplo, um plantio equiâneo, com idade mais avançada, pode facilitar a mecanização da colheita, mas também aumenta as chances de ocorrência de surtos de pragas. Por outro lado, a assincronização do crescimento poderá reduzir a eficiência da colheita. Além disso, muitas espécies florestais não se desenvolvem bem em ambientes sombreados, característicos de talhões com idades diferentes (Barbosa & Wagner, 1989).

Os efeitos das operações silviculturais, como o desbaste, são bastante complexos. Além de alterar a densidade das árvores, pode provocar mudanças no microclima, na dinâmica de crescimento do talhão e na vegetação do sub-bosque. Essas mudanças podem afetar os organismos de diferentes maneiras, podendo causar efeitos positivos ou negativos nos níveis de dano. Portanto, deixar de

usar certas técnicas silviculturais no manejo de pragas, pode ser tão importante quanto usá-las.

Outro exemplo, de como o manejo florestal pode contribuir para o manejo de pragas é a seleção de espécies ou clones adaptados, evitando, assim, plantas que são sabidamente suscetíveis a pragas (Wainhouse, 2005). As táticas adotadas para uma praga alvo, idealmente, deveriam ser baseadas no conhecimento da biologia e ecologia da praga, da dinâmica do talhão e de como esses fatores podem afetar tanto a abundância, quanto o dano causado pela praga (Wainhouse, 2005). As técnicas silviculturais no manejo de pragas não se resumem apenas aos desbastes e seleção de espécies, mas também a todas aquelas relacionadas às condições edafoclimáticas do local de plantio, ao preparo do terreno antes do plantio e manejo da madeira no pós-colheita, além do gerenciamento do plantio em situações de desastres, como incêndios florestais e quebra de árvores pelo vento (Wainhouse, 2005).

O sucesso do controle silvicultural poderá ser definido pela (i) precisão dos dados sobre os fatores que afetam a densidade populacional e a sobrevivência da praga; (ii) a viabilidade econômica e técnica das operações silviculturais necessárias; (iii) a interferência dessas manipulações nos objetivos finais do manejo florestal e; (iv) o tempo necessário para que as técnicas silviculturais tenham efeito sobre a praga. Os principais fatores que determinam a sobrevivência e a densidade populacional de um inseto alvo são alimento (qualidade e quantidade do hospedeiro), inimigos naturais e o microclima. Logo, o controle silvicultural busca diminuir a disponibilidade de hospedeiro, melhorar sua resistência e a efetividade dos inimigos naturais, além de proporcionar um microclima desfavorável ao inseto alvo (Barbosa & Wagner, 1989).

O controle silvicultural pode fornecer táticas eficientes de controle e proteção a injúrias causadas por insetos. Apesar dessas técnicas terem efeito indireto, com respostas mais lentas na dinâmica populacional das pragas e com resultados a longo prazo, elas diminuem a ocorrência de surtos no plantio (Barbosa & Wagner, 1989). Nesse capítulo, serão abordadas técnicas silviculturais usadas em diferentes fases do manejo florestal e, quando possível, exemplos da silvicultura brasileira serão utilizados.

Escolha da espécie, procedências e clones

A escolha da espécie, da procedências e de clones adequados às condições edafoclimáticas do local de plantio é, muitas vezes, ignorada, quer seja para a constituição de áreas comerciais ou na arborização urbana. Quando isso ocorre, as árvores podem se desenvolver mal, perdendo o seu vigor vegetativo, aumentando o risco de incidência, diminuindo a resistência ao ataque de pragas e a capacidade de recuperação de injúrias. Estudos sobre a escolha de espécies e seleção de materiais genéticos superiores concentram-se apenas em empreendimentos de maior porte no Brasil. Estudos detalhados sobre a espécie que se pretende introduzir são conduzidos em relação à ecologia, à qualidade da madeira, à susceptibilidade a pragas e doenças, etc. Através do conhecimento detalhado da espécie e de testes experimentais em programas de melhoramento, pode-se avaliar se ela terá ou não condições de suprir as exigências de mercado e, provavelmente, adaptar-se às novas condições ecológicas.

A escolha de materiais genéticos, espécies, procedências ou clones para plantio em determinado sítio, parte do princípio de que uma determinada região possui características ambientais e de microclima com potenciais e limitações ao crescimento vigoroso da futura árvore. Outro fator importante na escolha é ter conhecimento se a espécie, na sua zona de ocorrência natural, apresenta problemas fitossanitários muito graves. Muitas espécies extremamente valiosas, tais como o cedro (*Cedrella fissilis*) (Meliaceae) e o mogno (*Swietenia macrophylla*) (Meliaceae), são intensamente atacadas por insetos, inviabilizando o estabelecimento de plantações.

Em situações nas quais as pragas exibirem certa preferência por uma espécie florestal hospedeira, pode se evitar a utilização dessa espécie e usar uma espécie não-hospedeira, pretendendo, assim, reduzir os danos causados (Barbosa & Wagner, 1989). Por exemplo, em plantios de *Corymbia citriodora*, com grandes surtos da vespa-da-galha-do-citriodora (*Epichrysocharis burwelli*) (Hymenoptera: Eulophidae), deve-se escolher outra espécie de eucalipto para ser plantada, já que essa praga é bastante específica. No entanto, nem sempre a troca de uma espécie por outra irá resolver o problema. Na década de 80, os plantios de *E. cloeziana*, em Minas Gerais, estavam sendo fortemente atacados por lagartas-desfolhadoras. Por outro lado, foi descoberto que a espécie *E. camaldulensis* era muito resistente a essas pragas, então, a maioria dos plantios foram substituídos por clones com essa espécie. Entretanto, ela é altamente suscetível aos insetos sugadores exóticos que adentraram ao Brasil, nos anos 2000, como

o psilídeo-de-concha (*Glycaspsis brimblecombei*) (Hemiptera: Aphalaridae) e o percevejo-bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*) (Hemiptera: Thaumastocoridae), os quais causaram grandes problemas a esses plantios.

De maneira geral, espécies florestais classificadas como secundárias ou clímax na região de ocorrência natural são menos tolerantes, em função de perda de vigor vegetativo e, portanto, tornam-se mais suscetíveis ao ataque de pragas (Barbosa & Wagner, 1989). Na arborização urbana, espécies exóticas são recomendadas para plantio somente quando existirem estudos de adaptação ou experiências práticas de seu uso nos locais pretendidos ou, ainda, em casos particulares, se são espécies análogas em ecologia a espécies secundárias (ou clímax) nativas (Westveld et al., 1950).

Plantios mistos e monocultura

A manutenção de uma maior biodiversidade é uma tática silvicultural importante e que pode reduzir os danos de insetos-praga. No entanto, os plantios florestais comerciais de muitos países são constituídos essencialmente por poucas espécies, em sua maioria, exóticas, adaptadas às condições edafoclimáticas, com rápido crescimento e com uso múltiplo (Ciesla, 2011). No Brasil, existem aproximadamente 8 milhões de hectares de plantios florestais, dos quais 5,6 milhões são com eucalipto e 1,6 milhões com pinus (IBÁ, 2017). A atividade florestal concentrada apenas na exploração de um ou dois gêneros florestais para os plantios pode aumentar o risco de um inseto nativo adaptar-se às grandes áreas de monocultura ou de uma praga exótica ser introduzida e se estabelecer (Ciesla, 2011). Um exemplo dessa situação foi constatado pelo ataque da *Hypsi-pyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), popularmente conhecida como broca-das-meliáceas, atacando frutos de mogno-africano (*Khaya ivorensis*) em Minas Gerais (Lemes et al., 2019).

A diversificação do plantio também pode ser feita com árvores de idades diferentes. Mesmo que uma dada espécie predomine em uma grande extensão de área, a variação na idade pode reduzir os danos causados por insetos. Essa tática funciona melhor com insetos cujo incremento populacional é favorecido com a presença de árvores mais maduras (Barbosa & Wagner, 1989). Por exemplo, áreas extensas de monoculturas com dominância de árvores maduras de uma espécie ou clone de eucalipto preferido são importantes no desenvolvimento de espécies como o percevejo-bronzeado. Por outro lado, áreas com dominância de árvores jovens são mais vulneráveis a surtos da vespa-da-galha (*Leptocybe invasa*) (Hymenoptera: Eulophidae).

Uma das afirmações mais comuns na silvicultura é que árvores plantadas em sistemas de monocultura estão mais propensas a problemas com pragas do que aquelas em sistemas mistos (Wylie & Speight, 2012). Um talhão, onde todos os indivíduos pertencem à mesma espécie, é conhecido como monoespecífico. Uma monocultura, na verdade, é um cenário onde ocorre uma sucessão de um talhão puro por outro com a mesma espécie (Wormald, 1992). No entanto, se considerarmos que monocultura é um plantio ou floresta dominada por uma única espécie arbórea, então é possível dizer que até em florestas naturais podem ocorrer monoculturas. É o caso de muitas florestas em regiões temperadas, dominadas totalmente por apenas uma espécie. No entanto, esses ecossistemas, mesmo com dominância de uma única espécie arbórea, têm uma alta biodiversidade vegetal, animal e microbiana, além de variação na idade e genética das árvores. Já os monocultivos plantados, principalmente aqueles que muitos chamam de “florestas de produção”, são ambientes menos diversos, com mesma idade e, em alguns casos, com baixíssima ou nenhuma variabilidade genética, como é o caso dos plantios clonais (Wylie & Speight, 2012).

A ideia central que explica os surtos em monoculturas refere-se à oferta de alimento, aos locais de reprodução, aos abrigos, etc., disponível para pragas que, em sua maioria, são especialistas. Se uma árvore hospedeira é muito apropriada para esse inseto, e todo o plantio é feito com essa espécie, então a praga terá recursos praticamente ilimitados e surtos serão esperados. Os insetos passam a ter mais dificuldades na localização e utilização de hospedeiros conforme se misturam as espécies de árvores em uma área de plantio, reduzindo os danos.

No entanto, nem sempre os plantios mistos reduzem os danos com pragas. Plantar o mogno (*S. macrophylla*) em plantio misto com *E. urophylla* no Brasil reduziu de 71 para 25% a incidência com a broca-das-meliáceas (Neto et al., 2004), mas no México, os níveis de infestação foram semelhantes em monoculturas ou plantios mistos (Perez-Salicrup & Esquivel, 2008).

Plantios em linhas e plantio de enriquecimento

As técnicas de plantio em linha e de enriquecimento normalmente são usadas em florestas tropicais secundárias com manejo para extração de toras, tanto para a regeneração de espécies nativas, quanto para espécies florestais economicamente importantes que não se desenvolvem bem em condições de plantio. Linhas ou faixas de vegetação são limpas dentro da floresta e as mudas das árvores de interesse são plantadas (Wylie & Speight, 2012).

O efeito sobre o ataque de pragas de insetos, no entanto, pode variar. Em florestas de Gana, o mogno-africano (*Khaya ivorensis*) (Meliaceae) plantado em floresta úmida semidecídua, teve menor taxa de ataque de *Hypsipyla robusta* (Lepidoptera: Pyralidae) em condições de sombra densa comparada ao céu aberto (Opuni-Frimpong et al., 2008). No entanto, o crescimento nessas condições é muito lento e limita o uso dessa técnica. O cedro (*Cedrela* spp.) e o mogno (*Swietenia* spp.) plantados em linhas dentro da Amazônia peruana não apresentaram redução dos ataques da broca-das-meliáceas (Yamazaki et al., 1990). Isso pode ter ocorrido devido à grande suscetibilidade dessas espécies e à habilidade extremamente eficiente da praga em encontrar o hospedeiro. Mudas de *S. macrophylla* plantadas em áreas abertas dentro da floresta pelo corte seletivo de madeira, tiveram redução nos ataques da broca e maior crescimento em altura, em comparação àquelas oriundas de regeneração natural (Lopes et al., 2008).

Enxertia

A enxertia é o processo de inserção da parte superior de uma planta em outra, através da implantação do ramo, gema ou borbulha da planta a ser multiplicada (cavaleiro) sobre o porta-enxerto (cavalo). A aplicação de maior sucesso da enxertia na área florestal corresponde à enxertia de copa praticada em seringueira (*Hevea brasiliensis*), pela qual se procede a substituição da copa por outra copa resistente dos clones produtivos, porém susceptíveis ao fungo *Microcyclus ulei*, agente causador da doença do “mal-das-folhas”.

Com relação aos aspectos entomológicos, plantas enxertadas em espécies ou variedades resistentes também podem sofrer menos danos pelas pragas. Enxertos de *Cedrella odorata* (Meliaceae), suscetível a *H. grandella*, foram colocados em porta-enxertos de *Toona ciliata* (Meliaceae), espécie resistente, demonstrando que enxertar espécies suscetíveis em porta-enxertos resistentes afeta a sobrevivência e o desenvolvimento das larvas dessa broca (Perez et al., 2010).

Escolha do local de plantio

Gerentes florestais estão sempre envolvidos na definição dos locais do futuro plantio ou na implementação de um projeto de arborização urbana. Isso pode incluir tanto a seleção de um sítio adequado, bem como a reforma de uma área recém-colhida. A escolha adequada do sítio permite que o referido seja capaz de propiciar condições ideais para o desenvolvimento das árvores, além de não apresentar estresses e, assim, garantir que a futura árvore tenha pleno vigor (Barbosa & Wagner, 1989).

A remoção de árvores e a presença de restos vegetais na área de plantio podem fornecer condições que aumentem o número de espécies de insetos-praga e, conseqüentemente, tornar difícil o estabelecimento de novas mudas. Ainda são escassos estudos sobre o efeito do preparo desses locais sobre a incidência ou severidade de futuros surtos de pragas. Nesse aspecto, mesmo quando as árvores são plantadas dentro de sua área endêmica, o local selecionado deve fornecer as condições necessárias para que elas cresçam com vigor. As árvores urbanas podem ter que conviver com altas concentrações de poluentes do ar, solos compactados, baixa umidade e pouco espaço para o crescimento radicular (Barbosa & Wagner, 1989).

O uso de ferramentas associado a geotecnologias, que permitem auxiliar no manejo silvicultural dos plantios, agilizando a tomada de decisões, têm sido implementadas na área florestal, constituindo o que se nomeia “silvicultura de precisão” (Casaroli et al., 2018). A geração de mapas temáticos destaca-se dentre as diversas possibilidades que o geoprocessamento oferece no ramo florestal. O geoprocessamento possibilita uma simulação de determinada situação complexa, representada em mapas de fácil interpretação (Panichelli & Gnansounou, 2008). Através desta ferramenta, podem-se definir em formas de zoneamentos, regiões com maior aptidão para plantio de determinada espécie, relacionando fatores como precipitação, temperatura, unidades de conservação e classificação de solos.

Dados de temperatura e precipitação, fatores importantes para o desenvolvimento da espécie em questão, são utilizados, na maioria das vezes, na elaboração dos zoneamentos edafoclimáticos para espécies florestais, além de outros fatores relevantes (Ribeiro, 2011; Castro, 2009; Brito, 2013; Casaroli et al., 2018). No Brasil, já foram realizados estudos sobre zoneamentos edafoclimáticos para diferentes espécies florestais, como por exemplo, eucalipto e pinus (Ribeiro, 2011 e Castro, 2009, Flores et al., 2016).

Os números de trabalhos relacionados ao zoneamento edafoclimáticos, entretanto, são baixos no que tange ao número de espécies florestais, o que restringe a implantação de plantios de diversas espécies. Acrescenta-se, ainda, a ausência de informações sobre a adaptação em diferentes regiões, inclusive no que atine à ocorrência de pragas e doenças. Isso representa um entrave para a expansão dos plantios, especialmente no caso do Brasil, devido às grandes extensões de terras e à ampla diversidade nas características de solos e condições climáticas.

Época de plantio

A escolha da época de plantio pode inviabilizar o encontro entre o estágio mais vulnerável das árvores e o surto populacional da praga, reduzindo o sucesso do estabelecimento da praga e os danos causados. Por exemplo, o besouro-amarelo-do-eucalipto (*Costalimaita ferruginea*) (Coleoptera: Chrysomelidae) tem maior incidência nos meses de novembro e dezembro na região Sudeste. Portanto, nesses locais, deve-se iniciar o plantio preferencialmente em janeiro, quando a população desses insetos é menor (Carrano-Moreira, 2014). Em geral, no setor florestal, os plantios são realizados preferencialmente no período de maior pluviosidade com vistas de garantir maior sobrevivência das mudas plantadas. Dessa forma, a tomada de decisão da definição da melhor época de plantio considera diversos aspectos, sejam eles econômicos ou silviculturais. As situações, nas quais a ocorrência de determinadas pragas seja decisiva para o sucesso do empreendimento florestal, poderão ser decisivas para a escolha da época de plantio.

Limpeza e saneamento do sítio de plantio

Atividades de desrama, desbaste, poda e colheita podem deixar muito material vegetal que serve como local de reprodução para muitas pragas, a menos que algo seja feito com esses resíduos. Simplesmente, deixá-los amontoados aos lados, enleirados na vizinhança do plantio, pode ser um problema já que muitas pragas serão atraídas para esses locais. Vários insetos como besouros broqueadores das famílias Cerambycidae e Curculionidae (principalmente sub-famílias Platypodinae e Scolytinae) podem se desenvolver nesses materiais. Esses insetos, quando ocorrem em surtos populacionais por conta da oferta de material vegetal deixado no campo, podem causar problemas em árvores vivas e vigorosas (Speight & Wainhouse, 1989). Não é possível remover todos os restos vegetais resultantes das operações florestais, mas pelo menos os pedaços maiores devem ser removidos, descascados, picados ou, em último caso, queimados (Wylie & Speight, 2012).

O uso de herbicidas ou capina manual com enxada, para o controle de plantas daninhas, em plantios jovens, deve ser feito com cuidado para evitar a deriva e injúrias mecânicas nas árvores. Árvores jovens de pinus, afetadas pela deriva de herbicidas ou golpes de enxada, ficam mais predispostas ao ataque do gorgulho *Pissodes castaneus* (Coleoptera: Curculionidae) (ver capítulo 16.4.3) (Iede et al., 2007).

Preparo do solo

O preparo do solo, antes do plantio, pode favorecer o desenvolvimento e sobrevivência das árvores e diminuir os danos por pragas (Wainhouse, 2005). Alguns métodos que alteram as condições locais do solo, diminuindo a competição com plantas daninhas e aumentando disponibilidade de nutrientes são a aração, a gradagem e a subsolagem.

O revolvimento de camadas superficiais do solo pode controlar algumas pragas, provocando o ressecamento quando são expostas ou matando diretamente as fases de vida desses insetos que habitam o solo (Carrano-Moreira, 2014). A gradagem em plantios de eucalipto atacados por *Psorocampa denticulata* (Lepidoptera: Notodontidae) foi utilizada para controle das pupas (Zanetti, 2005). Ninhos de saúva na fase inicial e de quenquéns, além de alguns cupinzeiros, quando superficiais ou com menos de meio metro de profundidade, podem ser controlados mecanicamente através da aração (Anjos et al., 1998).

O número de empreendimentos florestais que adotam práticas de cultivo mínimo e plantio direto tem crescido devido a uma maior preocupação ambiental (Carrano-Moreira, 2014). A adoção do cultivo mínimo em larga escala, no preparo do solo, acarretou no emprego da subsolagem como principal atividade na etapa de implantação do plantio, principalmente em áreas de reforma. O cultivo mínimo pode ser positivo para reduzir problemas com cupins-de-raiz em plantios de eucalipto. A presença de maior quantidade de matéria orgânica sob o solo faz com que os cupins tenham uma fonte de alimento alternativa e ataquem menos as raízes das mudas recém-plantadas. As rainhas de *Atta* spp. preferem formar suas colônias em locais mais limpos, e, por isso, em locais com cultivo mínimo, há uma menor densidade de saúvas. Por outro lado, em áreas de cultivo mínimo é mais difícil a localização de ninhos de formigas-cortadeiras de pequenas dimensões, para realizar o combate pré-plantio.

Espaçamento de plantio

A densidade de árvores, na maioria dos plantios, é determinada pelos objetivos do manejo e pelas características locais. Durante o plantio, as árvores são distribuídas com certa distância entre si, entre linhas e entre plantas. Geralmente, a parte econômica e os objetivos do manejo irão determinar o número de árvores no plantio. O número de árvores deve ser suportado por um sítio adequado, no qual as árvores poderão se estabelecer e desenvolver.

O espaçamento de plantio pode exercer uma importante interferência em surtos de pragas. Números ideais para o espaçamento entre plantas e a área basal já foram formulados para algumas pragas nos Estados Unidos (Barbosa & Wagner, 1989). O critério produtivo e econômico tem determinado a escolha do espaçamento a ser adotado nos plantios comerciais, principalmente para eucalipto e pinus, sendo as pragas deixadas em segundo plano.

Em alguns casos, uma densidade maior de árvores pode ser plantada, permitindo alguma perda para pragas, minimizando os prejuízos na produtividade final. Essa estratégia pode não ser viável em plantios com árvores matrizes, como em áreas de produção de sementes dentro de programas de melhoramento (Wainhouse, 2005). Nos projetos florestais, principalmente destinados à produção de madeira para serraria, à medida que as árvores crescem, são comuns os regimes de desbaste, refletindo no aumento do vigor das árvores remanescentes e reduzindo a competição por recursos (Barbosa & Wagner, 1989).

As árvores, quando crescem muito adensadas, acabam suprimidas e perdem vigor, o que pode provocar a infestação de pragas secundárias. Por outro lado, árvores muito espaçadas podem sofrer com a forte insolação e os ventos, além de não poder garantir um retorno financeiro adequado (Barbosa & Wagner, 1989).

Plantio

Assim que a estratégia de plantio for definida, as mudas devem ser transferidas do viveiro para o local definitivo de plantio. Algumas espécies podem necessitar de controle químico preventivo, como é o caso do eucalipto que, normalmente, necessita de proteção contra os cupins-de-raiz. Contudo, algumas técnicas silviculturais também podem ser importantes para evitar problemas com pragas. Todo e qualquer estresse deve ser evitado, para não atrair os insetos e manter o vigor para o estabelecimento da muda no campo. Por exemplo, deve-se evitar o transporte de mudas na parte de trás de caminhões abertos por longos períodos em dias muito quentes e ensolarados. Mudas muito velhas, comumente denominadas de “passadas”, também podem ser um problema (Wylie & Speight, 2012).

Mudas que serão usadas podem sofrer estresse abiótico devido às condições de produção, armazenamento e transporte ao sítio de plantio. O estresse causado pelo transplante pode diminuir a resistência ou a tolerância da planta ao ataque de pragas e patógenos. Enovelamento e seca de raízes das mudas e

armazenamento prolongado podem reduzir o sucesso de estabelecimento e o crescimento inicial das mudas (Wainhouse, 2005).

Pragas e patógenos associados às árvores do ciclo anterior podem atacar as mudas recém-plantadas em plantios onde será conduzida a reforma. Essas pragas correlacionadas ao dano, que pode aumentar devido ao antigo ambiente do plantio ou pela rotação adotada no manejo florestal, são conhecidas como “pragas silviculturais” (Wainhouse, 2005). Besouros cai-cai do gênero *Lampetis* e *Psiloptera* (ver capítulo 15.5.7), que não causam grandes problemas em plantios adultos de eucalipto, podem inviabilizar a condução de rebrotas por atacar os ramos e ponteiros. O destocamento após o corte raso, visando eliminar fontes de alimento e reprodução, pode ser efetivo, apesar de ser um método de controle muito trabalhoso e, muitas vezes, inviável economicamente (Wainhouse, 2005).

Fertilização mineral

O uso de fertilizantes em plantios florestais, geralmente, está relacionado ao estabelecimento de novos plantios para melhorar as condições do solo e suprir as demandas nutricionais das espécies plantadas, produzindo árvores mais vigorosas. Entretanto, a fertilização também pode ser uma forma de melhorar a resistência das árvores a algumas pragas. A fertilização além de aumentar a concentração de nitrogênio, pode também diminuir a de compostos secundários a base de carbono (Koricheva et al. 1998; Wainhouse et al. 1998; Warren et al. 1999). Menos carbono é alocado para esses compostos quando o crescimento é estimulado pela adubação. Porém, as árvores nem sempre respondem da mesma maneira à fertilização. A fertilização pode afetar a nutrição e a defesa de uma única árvore, mas também pode gerar efeitos em nível de talhão, que poderão influenciar os danos com pragas e patógenos (Wainhouse, 2005).

As mudas, crescendo rapidamente, podem ficar suscetíveis por menos tempo e o aumento do número de folhas pode deixá-las mais tolerantes ao desfolhamento (Wainhouse, 2005). Por outro lado, em alguns casos, pode ocorrer exatamente o contrário (Carrano-Moreira, 2014). Fatores como o grau de especialização hospedeira, os hábitos alimentares e a intimidade da associação com o hospedeiro podem influenciar a resposta do inseto a fertilização da sua planta hospedeira (Mattson, 1980; Price, 1991; Kytö et al., 1996).

Insetos que se desenvolvem de maneira muito ligada aos seus hospedeiros (p. ex.: brocas de ponteiros, insetos galhadores e pulgões), geralmente, aumentam sua densidade populacional em árvores com crescimento vigoroso induzido

pela fertilização. Por outro lado, algumas pragas podem apresentar baixa ou nenhuma alteração na severidade de danos frente aos teores de nitrogênio do seu hospedeiro, bem como se alimentar apenas de partes da árvore, em que o teor de nitrogênio tenha pouca alteração em resposta à fertilização (Wainhouse, 2005).

O boro (ácido bórico) não foi eficiente para o controle da broca-das-meliáceas (*Hypsipyla grandella*) (Lepidoptera: Pyralidae) quando aplicado em mudas de mogno, mas melhorou o desenvolvimento das plantas (Conde, 2006). A aplicação de ácido bórico, via pulverização aérea, também foi recomendada para o controle dos psilídeos-de-ponteiros (*Ctenarytaina spatulata*) (Hemiptera: Aphalaridae) em plantios adultos de eucalipto. Os plantios com eucalipto adubados com fósforo tiveram redução de 35% no desfolhamento por saúva-limão (*Atta sexdens rubropilosa*) (Hymenoptera: Formicidae: Attini) (Anjos, 2004). Plantios de eucalipto bem nutridos também podem ser menos suscetíveis a lagartas-desfolhadoras (Wilcken, 2008).

Sombreamento

Há, na literatura, alguns exemplos do efeito do sombreamento na proteção de plantios florestais contra as injúrias provocadas por pragas (Wylie & Speight, 2012). Plantar o mogno sob a sombra de outras árvores foi sugerido como estratégia para redução dos danos causados por *Hypsipyla* spp.. Estudos com sombreamento artificial demonstraram redução na oviposição e no peso das pupas destes insetos (Mahroof et al., 2002).

Desrama ou poda

A desrama ou poda dos ramos de uma árvore é uma prática silvicultural que agrega valor à madeira a ser produzida em um povoamento florestal. No entanto, a referida pode ser empregada na arborização urbana com diferentes objetivos, seja para formação, adequação, limpeza e, em último caso, de emergência com a retirada de árvores que colocam em risco à segurança de pessoas e da infraestrutura urbana.

Os galhos mais baixos das árvores são removidos manualmente, à medida que crescem em muitos plantios florestais. A desrama pode melhorar a qualidade do fuste e da madeira, facilitar o acesso de trabalhadores e de máquinas, reduzir os riscos de incêndios; ou, em sistemas agroflorestais, fornecer lenha ou forragem animal (Evans & Turnbull, 2004). Dependendo da maneira como é

realizada, as feridas resultantes da desrama podem se tornar vias de entrada para insetos que, em condições normais, seriam incapazes de invadir as árvores. Por isso, é necessário cuidado para não deixar grandes injúrias mecânicas no tronco ou nos tocos dos galhos (Wylie & Speight, 2012). Outro desafio é definir o que será feito com o material podado, se o referido não for utilizado, sendo a alternativa mais prática deixá-lo depositado sobre o solo nos plantios desbastados (Wainhouse, 2005).

Muitos produtores florestais removem os galhos com facas ou facões, deixando tocos compridos nos fustes e danificando a casca. O uso de ferramentas com o corte em serra é recomendado, já que remove os galhos tão rápido quanto instrumentos com lâminas de corte e, ao mesmo tempo, faz um corte mais preciso e rente ao fuste (Wilson, 1993). A poda, apesar desses riscos, pode ser usada no controle silvicultural de pragas. Galhos e ramos infestados com pragas podem ser cortados e destruídos (Wylie & Speight, 2012).

A poda já foi sugerida como medida silvicultural no controle de *Hypsipylla* spp., em plantios de mogno (*Swietenia* spp.), na Costa Rica. Galhos e ponteiros com sinais de broqueamento são cortados e destruídos (Cornelius, 2001), permitindo que brotos novos ou não infestados tenham dominância apical (Wylie & Speight, 2012). A poda de galhos mais baixos de *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), durante o verão, foi recomendada na Austrália (Collett & Neumann, 2002). Esse processo pode acelerar o desenvolvimento em altura e o fechamento da copa, o que dificulta os surtos de alguns insetos desfolhadores.

A poda pode melhorar a qualidade do tronco em algumas espécies florestais no final do ciclo, mas também pode aumentar a vulnerabilidade às pragas e aos patógenos. A remoção de grande parte da folhagem durante as podas pode causar perda de área fotossinteticamente ativa, o que pode aumentar a suscetibilidade a algumas pragas (Christiansen & Fjone, 1993; Solheim et al., 1993).

Desbaste

O desbaste é a principal atividade silvicultural para aperfeiçoar a produtividade e qualidade da madeira na colheita final (Evans 1992; Savill et al., 1997). A densidade inicial dos talhões jovens é progressivamente reduzida após uma série de desbastes durante o ciclo da cultura, reduzindo a competição por luz, água e nutrientes e mantendo o plantio vigoroso. A redução da densidade das árvores também produz efeitos no talhão como um todo. Por exemplo, pode afetar o microclima dentro do talhão e a vegetação do sub-bosque. Em talhões

de espécies mistas ou florestas naturais, o desbaste pode alterar a composição de espécies (Wainhouse, 2005).

Nas operações de desbaste seletivo, árvores doentes ou infestadas são removidas, mantendo um talhão saudável e eliminando o foco da infestação. O desbaste conduzido especialmente para retirar árvores atacadas por pragas ou patógenos é referido como “desbaste sanitário”. Essa técnica é mais apropriada para controle de pragas que atacam árvores individualmente, como cochonilhas que colonizam os troncos e galhos, e alguns besouros broqueadores, principalmente aqueles com desenvolvimento lento. Em talhões com árvores jovens, a recomendação principal é remover árvores que podem atuar como foco da infestação no talhão, reduzindo o incremento populacional e a dispersão da praga. Em talhões com árvores mais velhas e atacadas, os “desbastes de resgate” podem ser usados para remover as árvores antes que percam seu valor comercial (Wainhouse, 2005). O período, a intensidade do desbaste e o critério usado na escolha das árvores a serem removidas são a base para o uso dessa técnica como método silvicultural de controle (Wainhouse, 2005).

A redução da densidade das árvores pode recriar condições de abertura de copas semelhantes a talhões jovens, podendo favorecer algumas pragas. De maneira semelhante, as árvores nas bordas do talhão, seja pelo corte raso ou pela construção de estradas, são expostas a condições ambientais mais estressantes, tais como maior intensidade de ventos, déficit hídrico, radiação solar e luminosidade em comparação ao interior do talhão, podendo afetar a suscetibilidade dessas árvores às pragas (Wainhouse, 2005). O desbaste também pode aumentar os danos de pragas que utilizam os tocos ou restos vegetais resultantes dessas operações (Wainhouse, 2005).

Árvores que antes ficavam completamente sombreadas podem ficar expostas diretamente à insolação após o desbaste. Isso pode aumentar a temperatura da casca e afetar o desenvolvimento e o voltinismo de alguns insetos, como broqueadores. Alguns insetos desfolhadores também podem ser favorecidos pela exposição das árvores, principalmente nas bordas, como resultado de mudanças nutricionais nas árvores expostas (Nealis & Lomic, 1994; Kouki et al., 1997).

O processo de colheita e extração das árvores do desbaste pode provocar injúrias mecânicas nos troncos das árvores. As raízes também podem ser danificadas diretamente, ou indiretamente, através da compactação causada pelo trânsito de máquinas pesadas. Essas injúrias podem resultar na entrada de fungos (Hessburg et al., 2001; Vasiliauskas, 2001) e facilitar o ataque de besouros broqueadores.

A alta densidade de árvores por talhão pode facilitar a dispersão de algumas pragas. O desbaste pode aumentar a intensidade do ataque e o período de vulnerabilidade das árvores a pragas como broqueadores de ponteiros, que atacam árvores jovens em talhões menos densos e antes do fechamento da copa (Berisford, 1988).

As mudanças que ocorrem nos talhões após os desbastes são muito complexas e tornam difícil prever como cada inseto irá responder a esta prática silvicultural. Além disso, é impreciso separar os efeitos da mudança na densidade de árvores do talhão daqueles ligados ao microclima ou do crescimento das árvores. No entanto, algumas medidas genéricas de manejo silvicultural dos talhões para o manejo de pragas existem (Wainhouse, 2005). No Brasil e em vários países, onde a vespa-da-madeira *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) estabeleceu-se, talhões muito adensados de *Pinus* spp. são muito suscetíveis ao ataque dessa praga. Por isso, o desbaste é uma das principais táticas silviculturais no manejo dessa praga (Gaiad et al., 2003; Dodds et al., 2007).

Árvores ou toras armadilhas

Muitos insetos, especialmente pragas secundárias como as brocas de madeira, preferem infestar árvores caídas ou derrubadas ao invés daquelas em pé. Por isso, árvores estressadas podem ser usadas para proteger os plantios. Algumas árvores de um talhão podem ser sacrificadas e usadas em uma tática conhecida como árvores ou toras armadilhas. Um pequeno número de árvores em talhões suscetíveis ao ataque de pragas broqueadoras, em estresse por déficit hídrico ou por desfolhamento, por exemplo, é abatido e as toras empilhadas produzindo estímulos que atraem possíveis pragas. Assim que as toras armadilhas são infestadas, elas podem ser queimadas, descascadas ou receber tratamento com inseticida para eliminar os insetos antes que uma nova geração emerja (Wylie & Speight, 2012). Essa tática, no entanto, tem poucos exemplos de uso no Brasil. Um exemplo é o uso para monitoramento e controle da vespa-da-madeira no sul do país (Bedding & Iede, 2005). Árvores vivas são estressadas com doses de herbicida, e se tornam atrativas para a oviposição da vespa. Em seguida, essas árvores são monitoradas em busca de sinais da praga e, se necessárias, medidas de controle biológico são tomadas (ver capítulo 16.4.4).

Uso de hospedeiros alternativos e manipulação da cobertura vegetal

A presença de um sub-bosque não competitivo pode evitar o estabelecimento de novos ninhos de formigas-cortadeiras. As rainhas preferem áreas limpas e sem cobertura vegetal para a formação de novas colônias, pois facilita a escavação e a presença de inimigos naturais é menor (Anjos et al., 1998). A densidade de saueiros pode ser até 18 vezes maior em áreas limpas em comparação a áreas com cobertura vegetal (Almeida et al., 1983).

Muitas pragas florestais brasileiras, que utilizam mirtáceas nativas como hospedeiro, acabam utilizando o eucalipto como hospedeiro alternativo (Carraño-Moreira, 2014). Logo, os remanescentes de florestas com espécies nativas na bordadura do plantio podem servir tanto como reservatório de pragas quanto de inimigos naturais (Speight et al., 2008). A eliminação das plantas de maricá (*Mimosa bimucronata*) (Fabaceae), hospedeira nativa do serrador-da-ácacia-negra (*Oncideres impluviata*) (Coleoptera: Cerambycidae), deve ser feita em áreas de vegetação nativa próxima aos plantios de acácia-negra (*Acacia mearnsii*) (Fabaceae) para reduzir a disseminação dessa praga nos plantios.

A adoção de faixas ou ilhas vegetação nativa entre os plantios, conhecido como plantio em mosaico, compreende uma estratégia amplamente utilizada para manipular a cobertura vegetal. Áreas de vegetação nativa da propriedade, como as áreas de preservação permanente (APPs) e áreas de reserva legal (RL) são mantidas próximas aos talhões dos plantios florestais. Esse manejo dos plantios torna o ecossistema mais heterogêneo, favorecendo a proliferação e a manutenção de inimigos naturais e fontes alternativas de alimento para as pragas (Santos et al., 2002).

A manutenção ou o estabelecimento de reservas de vegetação nativa são essenciais para promover o controle biológico natural de muitas pragas em plantios florestais, principalmente em regiões de Cerrado, onde o sub-bosque é pouco desenvolvido. Por isso, empresas florestais tem mantido, nesses locais, áreas de vegetação nativa próximas aos plantios de eucaliptos (Santos et al., 2002). A diversidade de Lepidoptera foi maior no local onde o plantio florestal margeia o fragmento de cerrado preservado do que no centro dos talhões de *E. cloeziana*. O uso de faixas de vegetação nativa em plantios de eucalipto pode aumentar a diversidade, tanto de insetos quanto de plantas, e acaba diminuindo a densidade populacional das principais lagartas desfolhadoras e, assim, diminuindo os riscos de surtos (Zanuncio et al., 1998).

A lagarta desfolhadora *Oxydia vesulia* (Lepidoptera: Geometridae) foi menos frequente em plantios de *E. cloeziana* com faixas de Cerrado do que em sistemas sem faixas (Santos et al., 2002). O número de indivíduos adultos de *Sarsina violascens* (Lepidoptera: Noctuidae) coletados em armadilhas luminosas foi menor ($n = 240$) em plantios com faixa de Cerrado do que em plantios de *E. cloeziana* sem faixa de vegetação nativa ($n = 1378$) (Zanuncio et al., 2016) (Figura 2).

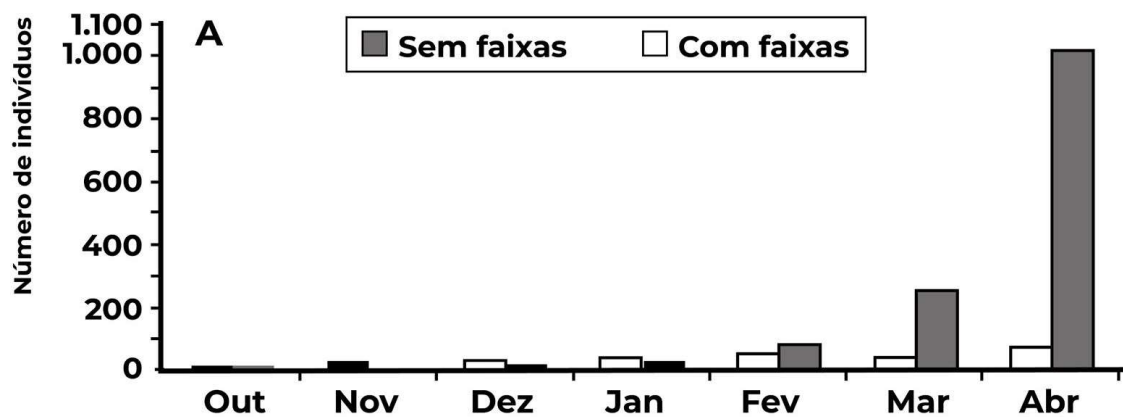


Figura 2. Indivíduos adultos de *Sarsina violascens* (Lepidoptera: Noctuidae) coletados mensalmente com armadilhas luminosas em plantios de *Eucalyptus cloeziana* em sistemas com faixa e sem faixa de vegetação nativa em Minas Gerais, Brasil. Fonte: Zanuncio et al., 2016.

Corte, colheita e pós-colheita

A “higiene florestal” foi um dos primeiros usos do controle silvicultural de pragas (Vit , 1989). A remo o de restos de vegetais e árvores morrendo durante o desbaste e a colheita pode prevenir a infesta o de besouros-de-ambrósia que poderiam atacar árvores vivas. Essas medidas s  o importantes na redu o de danos por essas pragas, mas agora s  o utilizadas com mais cuidado, pela importância dos restos vegetais na ciclagem de nutrientes e na importância de árvores mortas e desses restos na bioecologia de espécies n  o-alvo (Wainhouse, 2005). A época em que ser  o realizados o desbaste ou a colheita pode afetar a disponibilidade de restos vegetais durante o período em que essas pragas est  o mais ativas, podendo reduzir o risco de incremento populacional para algumas espécies (Wainhouse, 2005).

A madeira fica vulnerável a ataques e degrada o de pragas durante as opera es de colheita. Toras de coníferas, por exemplo, podem ser usadas como

habitat de reprodução para besouros-de-ambrósia, causando a formação de manchas azuis na madeira, depreciando o valor comercial e aumentando a incidência em árvores próximas (Wainhouse, 2005).

O corte das árvores ao final do ciclo é o objetivo principal de um empreendimento florestal. Logo, não se recomenda deixar toras não processadas no plantio ou nas periferias dos talhões por muito tempo, sob o risco de acumular insetos-praga, mas não é fácil definir quanto tempo as toras podem ficar dessa maneira. Em regiões tropicais, a madeira é infestada por broqueadores e patógenos em apenas alguns meses ou até mesmo semanas. A atividade de corte nunca deve ser feita sem antes haver um comprador para a madeira, e quanto o corte for feito, a remoção e processamento rápido das toras podem reduzir os riscos de infestação (Wylie & Speight, 2012). Existem leis, em alguns países, que limitam o tempo que as toras podem ficar armazenadas no campo sem a devida proteção. Essas leis atendem às normas de boas práticas florestais e são bastante efetivas na redução do número de toras nos plantios, nas épocas em que as pragas estão mais ativas.

Durante as operações de corte, o fluxo de madeira do plantio pode se tornar lento e medidas para reduzir a incidência de pragas podem ser necessárias. O simples empilhamento de madeira pode proteger as toras mais internas das pilhas e ser eficaz, se as toras mais externas forem removidas após o ataque e antes da emergência dos adultos (Wainhouse, 2005). As toras também podem ser tratadas com inseticidas, receber aspersão de água ou serem cobertas de alguma maneira, para serem protegidas contra os insetos (Jääskelä et al., 1997). Mesmo após as toras serem removidas do plantio, elas ainda podem atuar como um foco de infestação, e por isso a escolha de um local para armazená-las é importante para reduzir os riscos de ataque (Wainhouse, 2005). Em alguns casos, as toras necessitam ser descascadas, como é recomendado no manejo da broca-do-eucalipto (*Phoracantha* spp.) (Coleoptera: Cerambycidae). Esses insetos colocam seus ovos entre a casca e o lenho, e quando a casca é retirada, esses não encontram um local adequado para realizar a oviposição.

A mudança da duração do ciclo de corte é uma forma de reduzir a incidência de pragas que atacam árvores em talhões mais velhos. A colheita em talhões de idade avançada é mais comum em coníferas com possibilidade de ataque de besouros-de-casca, mas árvores velhas também podem ficar mais vulneráveis a insetos defolhadores, com maior taxa de mortalidade comparado a plantios jovens com mesmos níveis de desfolhamento (Wainhouse, 2005).

Pragas que se utilizam de tocos deixados após o corte podem causar problema às árvores jovens que foram plantadas para a reforma do local. O destocamento após as atividades de corte e colheita é uma maneira de controlar esse tipo de praga e, em alguns casos, pode ser economicamente viável (Greig 1984; Thies et al. 1994; Pratt, 1998). Um período de repouso mais extenso também pode ajudar a reduzir a intensidade do ataque às árvores da próxima rotação.

Resgate e armazenamento de toras a longo prazo

Em alguns casos, os surtos de pragas podem se tornar tão prejudiciais que algumas árvores devem ser cortadas e processadas para que as árvores remanescentes não sejam afetadas e evitar que a madeira estrague, tornando as árvores não comercializáveis. O corte de resgate é quando árvores atacadas e susceptíveis são totalmente removidas e tratadas, evitando ataques de pragas e degradação da madeira (Wylie & Speight, 2012). Árvores mortas durante surtos de pragas podem ser aproveitadas e as perdas reduzidas se o processamento da madeira ocorrer antes de acontecer uma degradação significativa (Wylie & Speight, 2012).

O resgate e o armazenamento de madeira de árvores derrubadas pelo vento são importantes para prevenir a sua degradação por ataque de pragas ou patógenos. Porém, o mais importante é evitar que essas árvores derrubadas sirvam de reservatório para insetos broqueadores, podendo afetar o restante do plantio (Wylie & Speight, 2012). Essas operações de resgate apresentam ainda melhores resultados se forem feitas no tempo certo (Wylie & Speight, 2012).

O armazenamento das toras na água tem sido usado com sucesso no armazenamento de madeira por vários anos. As toras podem ser deixadas em lagos, mas colocá-las e tirá-las pode ser trabalhoso, e ainda há o risco de poluição por conta da lixiviação dos troncos. Por isso, armazenar as toras em pilhas em terra firme e molhar através de um sistema de aspersão é uma alternativa mais prática (Wylie & Speight, 2012).

A secagem da madeira, principalmente utilizando métodos artificiais, é uma prática que pode eliminar o ataque de fungos e insetos. No entanto, esta prática não torna a madeira imune ao ataque, uma vez que existem cupins e besouros que podem danificar tanto a madeira com altos teores de umidade, como os que preferem a madeira seca. As famílias de besouros Scolytidae e Platypodiidae e algumas espécies de Cerambycidae e Curculionidae (Abreu et al., 2002)

destacam-se entre os que atacam árvores recém-abatidas. Lyctidae, Bostrichidae e Anobiidae são famílias de besouros que atacam madeira seca, preferindo umidade abaixo de 50% (Gray, 1972). No entanto, a secagem da madeira tem sua relevância e evita a alteração indesejável de suas propriedades, devido à ação de agentes físicos, químicos e biológicos. A secagem da madeira reduz substancialmente os prejuízos causados por organismos xilófagos, os agentes deterioradores mais importantes.

Integração com outras técnicas de controle

Apesar das táticas de controle silvicultural terem sido apresentadas separadamente, normalmente, várias dessas técnicas são utilizadas em conjunto. Toda praga tem preferências por algum hospedeiro específico (primário ou alternativo) e determinado clima, sendo afetada de uma maneira específica pela mudança de vigor do seu hospedeiro. Entender as interações inseto-planta, permite-nos executar uma abordagem melhor das técnicas silviculturais (Barbosa & Wagner, 1989).

O controle silvicultural de insetos é alcançado modificando o regime de manejo dentro dos talhões ou os métodos de cultivo e colheita, reduzindo o dano causado por insetos. Ele requer o conhecimento das condições do ambiente que são favoráveis às pragas. Após alterar essas condições, manipula a composição das espécies, vegetação nativa e hospedeiros alternativos, estrutura e idade do talhão e vigor geral para criar condições subótimas para as pragas. Essas práticas silviculturais, por fazerem parte corriqueira do manejo florestal, são muitas vezes as técnicas mais efetivas no manejo de insetos florestais.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. L. S.; SALES-CAMPOS, C.; HANADA, R. E.; VASCONCELOS, F. J.; FREITAS, J. A. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. *Revista Árvore*, v.26, n.6, p.789-796, 2002.
- ALMEIDA, A.F.; ALVES, J.E.M.; MENDES FILHO, J.M.A.; LARANJEIRO, A.J. A avifauna e o sub-bosque como fatores auxiliares no controle biológico das saúvas em florestas implantadas. *Silvicultura*, v. 8, p. 145-150, 1983.
- ANJOS, N.; DELLA-LUCIA, T.M.C.; MAYHÉ-NUNES, A.J. Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos. Editora Graff Cor Ltda, 97 pp., 1998.
- BARBOSA, P.; WAGNER, M.R. Silvicultural control of forest insects. In: BARBOSA, P.; WAGNER, M.R. (Eds) Introduction to forest and shade tree insects. Academic Press, 639 pp., 1989.
- BEDDING, R.A.; IEDE, E.T. Application of *Bedingia sericidicola* for *Sirex* woodwasp control. In: GREWAL, P.S.; EHLERS, R.U.; SHAPIRO-ILAN, D.I. (Eds.). Nematodes as biocontrol

agents. CAB International, 528 pp., 2005.

BERISFORD, C. W. The nantucket pine tip moth. In: BERRYMAN, A. A. (Ed.) Dynamics of forest insect populations patterns, causes, implications, Springer, 604 pp., 1988.

BRITO, B. V.; CASAROLI, D.; PEREIRA, G. W. M.; ROSA, F. O.; ALVES, J. J. Aptidão edafoclimática da cultura do mogno africano para o estado de Goiás utilizando uma ferramenta SIG. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 60-65.

CARLYLE, J.C. Nutrient management in a *Pinus radiata* plantation after thinning: the effect of thinning and residues on nutrient distribution, mineral nitrogen fluxes, and extractable phosphorus. Canadian Journal of Forest Research, v. 25, p. 1278–1291, 1995.

CARRANO-MOREIRA, A.F. Táticas de modificação, regulação e controle de pragas. In: CARRANO, MOREIRA, A.F. (Ed) Manejo integrado de pragas florestais: fundamentos ecológicos, conceitos e táticas de controle. Technical Books, 349 pp, 2014.

CASAROLI, D.; ROSA, F. O.; ALVES, J. J.; EVANGELISTA, A. W. P.; BRITO, B. V.; PENA, D. S. Aptidão edafoclimática para o mogno-africano no Brasil. Ciência Florestal, v. 28, n. 1, p. 357-368, 2018.

CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M; PEZZOPANE, J. R. M; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Zoneamento agroclimático para espécies do gênero *Pinus* no estado do Espírito Santo. Floresta, v. 40, n. 1, p. 235-250, 2010.

CHRISTIANSEN, E.; FJONE, G. Pruning enhances the susceptibility of *Picea abies* to infection by the bark beetle-transmitted blue-stain fungus, *Ophiostoma polonicum*. Scandinavian Journal of Forest Research, v. 8, p. 235–245, 1993.

CONDE, R.A.R. Controle silvicultural e mecânico da broca do cedro *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae) em sistema agroflorestal. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural Amazônica, 74 pp., 2006.

COLLETT, N.G.; NEUMANN, F. G. Effects of simulated chronic defoliation in summer on growth and survival of blue gum (*Eucalyptus globulus* Labill.) within young plantations in northern Victoria. Australian Forestry, v. 65, n. 2, p. 99-106, 2002.

CORNELIUS, J.P. The effectiveness of pruning in mitigating *Hypsipyla grandella* attack on young mahogany (*Swietenia macrophylla* King) trees. Forest Ecology and Management, v. 148, p. 287-289, 2001.

CIESLA, W. Management of forest insect pests. In: CIESLA, W. (Ed.). Forest entomology: a global perspective. Wiley-Blackwell, 416 pp., 2011.

DODDS, K.I.; COKE, R.R.; GILMORE, D.W. Silvicultural options to reduce pine susceptibility to attack by a newly detected invasive species, *Sirex noctilio*. Northern Journal of Applied Forestry, v. 24, n. 3, p. 165-167, 2007.

EVANS, J. Plantation forestry in the tropics: tree planting for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes, 2a ed. Oxford University Press, 424 pp., 1992.

EVANS, J.; TURNBUL, J.W. Plantation forestry in the tropics: the role, silviculture, and use of planted forests for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes. Oxford University Press, 467 pp., 2004.

FLORES, T.B.; ALVARES, C.A.; SOUZA, V.C.; STAPE, J.L. Eucalyptus no Brasil - zoneamento climático e guia para identificação. IPEF, 447 pp., 2016.

FOX, L.R.; MOROW, P.A. Eucalypt responses to fertilization and reduced herbivory. Oecologia, v. 89, p. 214-222, 1992.

GAIAD, D.C.M.; FIGUEIREDO, F.A.; OLIVEIRA, E.B.; PENTEADO, S.R.C. Evolution of *Sirex noctilio* infestation in relation to diameter distribution of *Pinus taeda*. Floresta, v. 33, n. 1, p. 21-29, 2003.

GRAY, B. Economic tropical forest entomology. Annual Review of Entomology, v. 17, p. 313-335, 1972.

GREIG, B.J.W. Management of East England pine plantations affected by *Heterobasidion*

- annosum* root rot. European Journal of Forest Pathology, v. 14, p. 393 – 397, 1984.
- HESSBURG, P. F.; GOHEEN, D. J.; KOESTER, H. Association of black stain root disease with roads, skid trails, and precommercial thinning in Southwest Oregon. Western Journal of Applied Forestry, v. 16, p. 127–135, 2001.
- IBÁ. Relatório 2017. Indústria brasileira de árvores, 80 pp., 2017.
- IEDE, E. T., REIS FILHO, W., PENTEADO, S. MARQUES, F. de A.; CALDATO, N. Monitoramento e Controle de *Pissodes castaneus* em *Pinus* spp. Embrapa Florestas: Circular técnica 130: 1-8, 2007.
- JÄÄSKELÄ, M.; PELTONEN, M.; SAARENMAA, H.; HELIÖVAARA, K. Comparison of protection methods of pine stacks against *Tomicus piniperda*. Silva Fennica, v. 31, p. 143–152, 1997.
- KORICHEVA, J.; LARSSON, S.; HAUKIOJA, E. Insect performance on experimentally stressed woody plants: a meta-analysis. Annual Review of Entomology, v. 43, p. 195-216, 1998.
- KOUKI, J.; MCCULLOUGH, D. G.; MARSHALL, L. D. Effects of forest stand and edge characteristics on the vulnerability of jack pine stands to jack pine budworm (*Choristoneura pinus pinus*) damage. Canadian Journal of Forest Research, v. 27, p. 1765–1772, 1997.
- KYTÖ, M.; NIEMELÄ, P.; LARSSON, S. Insects on trees: population and individual response to fertilization. Oikos, v. 75, p. 148–159, 1996.
- LOPES, J.C.A.; JENINGS, S.B.; MATNI, N.M. Planting mahogany in canopy gaps created by comercial harvesting. Forest Ecology and Management, v. 25, p. 300-307, 2008.
- MAHROOF, R.M.; HAUXWELI, C.; EDIRISINGHE, J.P.; WATT, A.D.; NEWTON, A.C. Effects of artificial shade on attack by the mahogany shoot borer, *Hypsipyla robusta* (Moore). Agricultural and Forest Entomology, v. 4, p. 283-292, 2002.
- MATTSON JR., W. J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 11, p. 119–161, 1980.
- NEALIS, V. G.; LOMIC, P. V. Host-plant influence on the population ecology of the jack pine budworm, *Choristoneura pinus* (Lepidoptera: Tortricidae). Ecological Entomology, v. 19, p. 367–373, 1994.
- NETO, A.B.G.; FELFILI, J.M.; DA SILVA, G.F.; MAZZEI, L.; FAGG, C.W.; NOGUEIRA, P.E. Evaluation of mahogany homogenous stands, *Swietenia macrophylla* King., compared to mixed stands with *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, 40 months after planting. Revista Árvore, v. 28, n. 6, p. 7-784, 2004.
- OPUNI-FRIMPONG, E.; KARNOSKY, D. F.; STORER, A. J.; COBINAH, J.R. Silvicultural systems for plantation mahogany in Africa: influences of canopy shade on tree growth and pest damage. Forest Ecology and Management, v. 25, p. 328-333, 2008.
- PANICHELLI, L.; GNANSOUNOU, E. GIS-based approach for defining bioenergy facilities location: A case study in Northern Spain based on marginal delivery costs and resources competition between facilities. Biomass and Bioenergy, v. 32, n. 4, p. 289- 300, 2008.
- PEREZ, J.; EIGENBRODE, S.; HILJE, L.; TRIPEPI, R.; AGUILAR, M.E.; MESÉN, F. Leaves from grafted Meliaceae species affect survival and performance of *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Journal of Pest Science, v. 83, p. 95-104, 2010.
- PEREZ-SALICRUP, D. R.; ESQUIVEL, R. Tree infection by *Hypsipyla grandella* in *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata* (Meliaceae) in Mexico's Southern Yucatan Peninsula. Forest Ecology and Management, v. 25, p. 324-327, 2008.
- PRATT, J.E. Economic appraisal of the benefits of control treatments. In: WOODWARD, S.; STENLID, J.; KARJALAINEN, R.; HÜTTERMANN, A. (Eds.). *Heterobasidium annosum* biology, ecology, impact and control. CAB International, pp. 315–331, 1998.
- PRICE, P. W. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. Oikos, v. 62, p. 244–251, 1991.
- RIBEIRO, C. A. D.; PEZZOPANE, J. R. M.; PEZZOPANE, J. E. M.; LOOS, R. A.; XAVIER,

- A. C.; CECÍLIO, R. A.; NEVES, M. A. Delimitação de microrregiões agroclimáticas e suas relações com o potencial produtivo da cultura do eucalipto. *Floresta*, v. 41, n. 4, p. 779 - 786, 2011.
- SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V.; VINHA, E.; ZANUNCIO, J.C. Influência de faixas de vegetação nativa em povoamentos de *Eucalyptus cloeziana* sobre população de *Oxydia vesulia* (Lepidoptera: Geometridae). *Revista Árvore*, v. 26, n. 4, p. 499-504, 2002.
- SAVILL, P.; EVANS, J.; AUCLAIR, D.; FALCK, J. *Plantation silviculture in Europe*. Oxford University Press, Oxford, 312 pp., 1997.
- SOLHEIM, H.; LANGSTRÖM, B.; HELLQVIST, C. Pathogenicity of the blue-stain fungi *Leptographium wingfieldii* and *Ophiostoma minus* to Scots pine: effect of tree pruning and inoculum density. *Canadian Journal of Forest Research*, v. 23, p. 1438–1443, 1993.
- SPEIGHT, M.R.; WAINHOUSE, D. *Ecology and management of forest insects*. Clarendon Press, 384 pp., 1989.
- SPEIGHT, M.R.; HUNTER, M.D.; WATT, A.D. *Ecology of insects: concepts and applications*. John Wiley & Sons, 628 pp., 2008.
- THIES, W.G.; NELSON, E.E.; ZABOWSKI, D. Removal of stumps from a *Phellinus weirii* infested site and fertilization affect mortality and growth of planted Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research*, v. 24, p. 234–239, 1994.
- VASILIAUSKAS, R. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry*, v. 74, p. 319–336, 2001.
- VITÉ, J. P. The European struggle to control *Ips typographus* - past, present and future. *Holarctic Ecology*, v. 12, p. 520–525, 1989.
- WAINHOUSE, D.; ASHBURNER, R.; WARD, E.; ROSE, J. The effect of variation in light and nitrogen on growth and defence in young Sitka spruce. *Functional Ecology*, v. 12, 561–562, 1998.
- WAINHOUSE, D. The role of silviculture. In: WAINHOUSE, D. (Ed.) *Ecological methods in forest pest management*. Oxford University Press, 249 pp, 2005.
- WARREN, J. M.; ALLEN, H. L.; BOOKER, F. L. Mineral nutrition, resin flow and phloem chemistry in loblolly pine. *Tree Physiology*, v. 19, p. 655–663, 1999.
- WESTVELD, M.; MACALONEY, H. J.; HANSBROUGH, J. R. Forest crop security: the right tree on the right site. *The Forestry Chronicle*, v. 26, p. 144-151, 1950.
- WILSON, L.F. China's Masson pine forest: cure or curse? *Journal of Forestry*, v. 91, 30-33, 1993.
- WORMALD, T.J. *Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics*. FAO Forestry Paper, Rome, 1992.
- WYLIE, F.R.; SPEIGHT, M.R. Management systems III: Plantation stage. In: WYLIE, F.R.; SPEIGHT, M.R. (Eds) *Insect pests in tropical forestry*. CABI, 376 pp., 2012.
- YAMAZAKI, S.; TAKETANI, A.; FUJITA, K.; VASQUES, C. P.; IKEDA, T. Ecology of *Hypsipyla grandella* and its seasonal changes in population density in Peruvian Amazon forest. *Japan Agricultural Research Quarterly*, v. 24, p. 149-155, 1990.
- ZANETTI, R. Métodos de controle usados no MIP. Notas de aula de Entomologia Florestal: Manejo Integrado de Pragas Florestais, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2005.
- ZANUNCIO, J.C.; MEZZOMO, J.A.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, A.C. Influence of strips of native vegetation on Lepidoptera associated with *Eucalyptus cloeziana* in Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 108, p. 85-90, 1998.
- ZANUNCIO, J.C.; TAVARES, W.S.; RAMALHO, F.S.; LEITE, G.L.D.; SERRÃO, J.E. *Sarsina violascens* spatial and temporal distributions affected by native vegetation strips in eucalyptus plantations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 6, p. 703-709, 2016.