

5. Controle físico

PEDRO GUILHERME LEMES¹ & 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

TÉCNICAS DE CONTROLE FÍSICO DE INSETOS

Aquecimento e resfriamento

A radiação solar pode ser usada para aumentar a mortalidade das larvas de besouros-de-casca. Árvores infestadas com esses insetos são cortadas e processadas em diferentes comprimentos, colocadas expostas à luz do sol e embrulhadas em plástico. Isso produz temperaturas altas que matam as larvas e, por isso, essa técnica é usada na redução de população de *Dendroctonus ponderosae* nos EUA (Negrón et al. 2001).

O uso do calor ou frio em excesso pode, também, ser usado no controle de cupins-de-madeira-seca em edificações. Ar quente pode ser aplicado nas estruturas utilizando aquecedores de propano de alta potência. Já o frio, pode ser usado em espaços ocultos, em paredes de madeira ou em estruturas. Nitrogênio líquido é bombeado para dentro desses espaços até atingir uma temperatura baixa e letal para os cupins (Ciesla, 2011). Pragas também podem ser controladas por aquecimento através de água ou vapor quente, principalmente, no controle de pragas de frutos e grãos.

Livros e outros materiais celulósicos infestados podem ser congelados em freezers com temperatura entre -20 e -25° C, por vários dias, matando os insetos. Esse material é, então, descongelado lentamente. Esse tipo de material deve ser embrulhado em sacos plásticos para retirar o máximo de ar dentro deles, evitando a condensação.

Aquecimento com infravermelho

O infravermelho corresponde a frequência do espectro eletromagnético entre 0,3 a 430 THz, entre a luz visível e as micro-ondas. A radiação infravermelha é emitida por objetos ou substâncias quentes e absorvida por tecidos vivos, e pode controlar pragas pelo aquecimento. Essa técnica já foi utilizada em pragas de grãos armazenados, mas a pesquisa e o uso dessa técnica não têm sido comuns.

Atmosfera modificada e controlada

Essa técnica envolve o controle e/ou modificação da composição ou pressão atmosférica em ambientes ou recipientes fechados. A atmosfera modificada pode alterar as concentrações dos gases normalmente presentes na atmosfera (CO_2 , N_2 e O_2), tornando-a letal aos insetos ali presentes. A modificação da atmosfera de ambientes destinados ao armazenamento de sementes, frutos ou madeira, busca atingir ambientes com baixíssimas concentrações de oxigênio, pela adição de gás carbônico, nitrogênio, ozônio ou recirculação de produtos da combustão. O CO_2 , quando utilizado em grande quantidade na modificação atmosférica, poderá agir apenas por sua toxicidade, mesmo que exista oxigênio suficiente no ambiente. Essa técnica pode ser usada junto ao controle químico com gases tóxicos, através da fumigação. Equipamentos como cilindros de gás, válvulas reguladoras e ventiladores podem ser usados para aumentar a eficiência dessa técnica.

Essa tática é atóxica, ecológica, segura e totalmente inerte a produtos florestais como o papel, madeira e outros produtos celulósicos. Os gases CO_2 ou N_2 têm efeitos mínimos sobre a qualidade dos produtos tratados. Não causam oxidação ou corrosão em metais, escurecimento ou esmaecimento de pigmentos. Tem a vantagem de não deixar resíduos tóxicos, porém o longo tempo de exposição necessário e o custo de aplicação podem limitar essa técnica. Também garante maior segurança do aplicador comparada aos fumigantes químicos como fosfina e brometo de metila.

A atmosfera modificada tem sido empregada no controle de cupins-de-madeira-seca em peças de madeira com valor histórico ou de grande valor agregado. Objetos de madeira infestados são colocados em grandes embalagens plásticas herméticas, nas quais a troca dos gases é feita. Os insetos morrem por falta de ar ou desidratação em poucos dias (Carrano-Moreira, 2014). Essa técnica é muito

utilizada por conservadores e restauradores devido a sua facilidade de uso e alta eficácia. O armazenamento em ambientes herméticos tem sido usado para grãos produzidos na agricultura, mas também pode ser usado no controle de pragas de sementes e frutos florestais.

A atmosfera também pode ter sua umidade, pressão e temperatura modificadas. A temperatura e umidade relativa do ar podem ser alteradas para promover a maior eficiência dos tratamentos de modificação atmosférica, eliminando os insetos por asfixia e/ou desidratação. Existe uma estreita correlação entre a pressão parcial do O₂ restante e a taxa de mortalidade em ambientes com vácuo ou com baixa pressão. Esse tipo de tratamento pode ser feito em câmaras de vácuo rígidas (mais caras) ou em locais com forros flexíveis utilizando uma bomba de vácuo (menor custo). Pressões muito baixas (25 a 50 mm Hg de pressão absoluta) podem ser obtidas com o auxílio de uma bomba de vácuo (Navarro et al., 2012). Tratamentos utilizando CO₂ podem ser feitos de maneira mais rápida (questão de horas) usando altos níveis de pressão (10-37 bar) em câmaras metálicas projetadas para suportar altas pressões. Por ter um alto custo inicial, esse tipo de tratamento é mais indicado para produtos de alto valor.

Fogo

Incêndios naturais são essenciais no funcionamento ecológico de vários ecossistemas, como por exemplo, o Cerrado. Incêndios controlados também podem contribuir no manejo de pragas em algumas situações (Wainhouse, 2005). Eles podem ser usados, com cuidado, no controle da vegetação que compete com as árvores e acelerar a ciclagem de nutrientes. Com isso, podem intensificar o crescimento das árvores e aumentar a resistência a insetos, com maior disponibilidade de nutrientes e água no solo.

O uso racional do fogo também pode reduzir diretamente populações de insetos, como os que vivem ou empupam na serapilheira do plantio florestal ou que se alimentam em partes baixas da copa. Incêndios controlados foram utilizados no final da década de 60 em plantios de eucalipto infestados por *Thyrin-teina arnobia* e *Euselasia apisaon* em Minas Gerais, mas o calor gerado não foi suficiente para destruir os insetos que estavam na parte superior das árvores. Também foi utilizado em surtos de *Sarsina violascens* em eucaliptos em Minas Gerais, com grande eficiência, já que as lagartas aglomeram-se na base do tronco, enquanto pupas e adultos dessa espécie escondem-se no sub-bosque (Zanuncio, 1993).

O fogo também já foi utilizado no controle de formigas-cortadeiras do gênero *Acromyrmex*. Os ninhos dessas formigas ficam muito próximos a superfície e muitas espécies utilizam restos de gravetos e folhas secas para a nidificação. Então, muitas empresas utilizavam fogo para eliminá-los através da própria queima, como também através da falta de substrato para o fungo simbiote, já que as áreas queimadas ficavam desprovidas de vegetação viva. No entanto, essa técnica apresenta efeitos nocivos ao meio ambiente e organismos não alvo e não tem sido mais utilizada (Oliveira et al., 2011).

No entanto, efeitos de incêndios sobre as árvores podem variar, pois não dependem apenas do acúmulo de material vegetal para manter o fogo, mas também das condições climáticas (Wainhouse, 2005). Incêndios muito intensos que danificam as árvores podem aumentar a suscetibilidade a pragas. Mais de mil hectares de eucalipto incendiados ficaram altamente suscetíveis e acabaram sofrendo um surto de grandes proporções dos besouros do gênero *Premnobius* (Curculionidae: Scolytinae) em Bocaiúva, Minas Gerais, no ano de 2018. Essa técnica também pode destruir a vegetação do sub-bosque, habitat de pequenos mamíferos insetívoros (p. ex.: camundongos), além de poder afetar negativamente artrópodes predadores e parasitoides, que se abrigam ou se alimentam dessas plantas (Berryman, 1986).

O fogo é muito importante no controle de broqueadores de madeira, sendo usado na destruição de material infestado, como galhos, ramos, mudas e até árvores inteiras que estejam infestadas por pragas como besouros-serradores, coleobrocas, vespa-da-madeira, vespa-da-galha e muitas outras, impedindo que essas pragas completem seu ciclo de vida.

Luz

Insetos, geralmente, possuem dois tipos de órgãos fotorreceptores: os olhos compostos e os ocelos. As sensibilidades espectrais dos fotorreceptores presentes nesses órgãos determinam o comprimento de onda da luz visível para cada inseto. Muitos insetos enxergam na região do ultravioleta (UV), invisível para humanos. Um olho composto de inseto contém três tipos de células fotorreceptoras com sensibilidade nas regiões do UV, azul e verde (Shimoda & Honda, 2013).

A luz pode afetar o comportamento e o desenvolvimento dos insetos de várias maneiras. A resposta mais comum de um inseto à luz é a fototaxia. A fototaxia pode ser positiva, quando os insetos movem-se em direção à luz (podendo

ser usada na captura de insetos com armadilhas), ou negativa, quando os insetos afastam-se da fonte de luz (pode ser usado na repelência deles) (Shimoda & Honda, 2013).

Insetos podem ser atraídos por fontes de luz durante a noite, e armadilhas que se aproveitam desse comportamento podem ser usadas no manejo de pragas. Armadilhas luminosas e elétricas são alguns exemplos. Armadilhas luminosas podem ser equipadas com diferentes lâmpadas, de acordo com o objetivo da captura. Essas armadilhas, geralmente, são compostas por três partes: fonte de luz, aparato de captura e recipiente de coleta. Armadilhas luminosas foram utilizadas na tentativa de conter um surto de *T. arnobia* em Itu, São Paulo na década de 70. O equipamento foi eficiente na captura dos insetos adultos, coletando até 3.000 indivíduos em uma só armadilha, mas não foi suficiente para controlar a praga (Zanuncio, 1993). Em um surto de *Psorocampa denticulata* no ano de 1989 foram coletados aproximadamente 180 kg de mariposas dessa espécie (Zanuncio, 1993).

O uso de armadilhas luminosas é mais uma ferramentas do manejo integrado ou para situações específicas, como focos emergentes, onde a população de insetos e a área infestada ainda são pequenas. As armadilhas luminosas também necessitam de acesso à rede elétrica (ou baterias, energia solar, gás), têm alto custo, coletam apenas a fase adulta do inseto, podem servir como atrativo e aumentar ainda mais a incidência para praga, capturar espécies não-alvo, além de ser influenciada por condições climáticas. As armadilhas luminosas são mais importantes, nos plantios florestais, quando utilizadas no monitoramento da flutuação populacional de pragas (p. ex.: lepidópteros desfolhadores de eucalipto), na avaliação da eficiência de técnicas de controle, na verificação da presença e da abundância de espécies de insetos nesses povoamentos em estudos de entomofauna, do que no controle em si (Zanuncio, 1993).

Insetos diurnos podem ser atraídos pela luz durante à noite. No entanto, fontes artificiais de luz são menos eficazes (ou ineficazes) para controlar pragas durante o dia, quando comparado à intensidade da luz do sol. Dispositivos coloridos têm sido usados na captura de pragas diurnas, na forma de armadilhas coloridas ou armadilhas adesivas coloridas (Shimoda & Honda, 2013). A mais comum é a de cor amarela, atraindo importantes pragas florestais exóticas do eucalipto, como percevejo-bronzeado, psilídeo-de-concha e vespa-da-galha, além de pragas de viveiros florestais, como cigarrinhas, pulgões, moscas brancas, trips e moscas-minadoras.

Lâmpadas que emitem iluminação amarela ou verde têm sido usadas para repelir a atividade de mariposas noturnas e, assim, reduzir os danos a frutas, vegetais e flores em viveiros. Instalações de viveiros de mudas cobertas com filme que filtra a radiação UV podem reduzir a incidência de pragas como moscas-brancas e tripes (Shimoda & Honda, 2013).

Novos produtos como as lâmpadas de LED, disponíveis em vários comprimentos de onda, podem ser fabricados com certa facilidade e baixo custo devido aos avanços na tecnologia (Shimoda & Honda, 2013). Novas técnicas de controle utilizando a luz estão começando a surgir e as antigas, possivelmente, terão seus custos reduzidos.

Radiação ionizante

Essa técnica expõe produtos infestados à radiação, visando esterilizar, matar ou prevenir a emergência de insetos, danificando seu DNA. Esta técnica inclui três tipos de radiação ionizante: raios-gama de cobalto-60 e césio-137, elétrons de alta energia e raios-x. Os raios gama são os mais utilizados no controle de pragas pós-colheita, já que esses raios podem penetrar em paletes de madeira utilizado no transporte de cargas (Morrison, 1989).

Níveis baixos de radiação podem controlar algumas pragas de frutas, sem alterar sua qualidade (Johnson & Vail, 1988; Drake et al., 1994). Baixas doses de radiação podem não causar a morte instantânea dos insetos, e, por isso, inspetores de alfândega ou consumidores podem encontrar insetos ainda vivos nos produtos tratados.

O alto custo inicial do investimento para construir as instalações, que devem incluir um sistema de proteção da radiação e outros equipamentos auxiliares, é um dos principais contras do uso da radiação. Consumidores de produtos tratados com essa técnica também demonstram preocupação com possíveis resíduos radioativos e o seu efeito, principalmente, sobre produtos alimentícios.

Rádio frequência e micro-ondas

A região de rádiofrequência (RF) é representada pela faixa do espectro eletromagnético entre as frequências de áudiofrequência e as do infravermelho. A transmissão de rádio é feita, geralmente, na região entre e 10 kHz e 100 GHz, com comprimentos de onda de 30.000 m e 3 mm respectivamente. O termo “micro-ondas” é usado para designar ondas dentro da região da RF com frequências

maiores que 1 GHz (comprimentos de onda menores que 30 cm). Portanto, o termo “radiofrequência” aplica-se a um espectro de frequências ou comprimentos de onda de energia eletromagnética bem amplo, e as “micro-ondas” referem-se à extremidade mais alta de frequência dentro das RF.

O uso da energia de RF no controle de insetos foi iniciado no final da década 20. O aquecimento dielétrico ocorre quando um material contendo moléculas de água é submetido a um campo eletromagnético que muda de direção rapidamente. As moléculas de água começam a girar e se alinham na mesma direção do campo elétrico, e a fricção molecular da água gera calor interno no material. Materiais dielétricos (isto é, a maioria dos produtos agrícolas e florestais) podem armazenar energia elétrica e convertê-la em calor. Insetos, quando expostos a campos elétricos de RF com frequência e intensidade altas, podem receber um aumento rápido da temperatura por absorverem essa energia, e morrer. No entanto, “efeitos não-térmicos” também já foram observados, e se torna difícil separá-los dos efeitos térmicos na mortalidade dos insetos.

Pragas de alimentos, sementes, madeira e outros produtos armazenados podem ser controlados pelo aquecimento dielétrico utilizando RF ou de micro-ondas, quando o aquecimento dielétrico de RF utiliza frequências na faixa das micro-ondas. Uma das vantagens do aquecimento dielétrico é que, se os insetos puderem ser aquecidos separadamente, ou seja, se absorverem energia mais rapidamente do que o material infestado, eles podem ser mortos ao atingir altas temperaturas sem danificar o material hospedeiro. Por exemplo, o fator de perda dielétrica é maior em larvas de Lepidoptera do que em nozes, absorvendo mais energia quando submetidas a mesma intensidade de campos eletromagnéticos, aquecendo e matando, preferencialmente, as larvas (Ikediala et al., 2000a).

Equipamentos de micro-ondas começaram a ser vendidos no comércio na década de 60, principalmente, na culinária. Mas também podem ser usados no manejo de pragas de grãos armazenados, materiais de herbários e museus, tecidos e madeira. Essa tecnologia está disponível na Califórnia sendo usada no controle de cupins-de-madeira-seca, desde 1989, mas com pouca eficácia comprovada (Lewis et al., 2000). Os efeitos das micro-ondas foram testados, em laboratório, no cupim-de-madeira-seca *Incisitermes minor* (Blattodea: Kalotermitidae). Pranchas de *Pseudotsuga menziesii* (Pinaceae) foram infestadas com esses cupins e levadas para fornos de microondas de 500, 1.000 e 2.000 W, com comprimento de onda de 2,4 GHz. A mortalidade mínima atingida foi acima de 84%, independentemente da potência do forno e atingiu a mortalidade total nos

tratamentos com maior tempo de exposição.

Testes com micro-ondas foram feitos para controlar *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), uma das principais pragas das palmeiras na região do Mediterrâneo. Micro-ondas com comprimento de onda de 2,45 GHz foram usadas, aumentando a temperatura para até 70° C em algumas regiões do tecido, apenas dois minutos depois do aparelho ser ligado. O aquecimento por micro-ondas pôde matar os insetos, ao aumentar a temperatura, sem danificar as palmeiras. A fisiologia das palmeiras não foi alterada apesar das altas temperaturas em alguns pontos do fuste e apenas a parte externa ficou desidratada (Massa et al., 2011).

Fornos convencionais e de micro-ondas foram testados para desinfetar toras com *Agilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). A temperatura de 65° C eliminou esse inseto das toras infestadas. No entanto, os fornos micro-ondas não foram tão eficazes quanto fornos convencionais, provavelmente, pela distribuição desigual de calor (Nzokou et al., 2008). Por outro lado, os bons resultados de controle de larvas de *Bursaphelenchus xylophilus* (Coleoptera: Cerambycidae) utilizando essa técnica podem indicar que o tratamento a nível comercial com micro-ondas (2,45 GHz) pode vir a ser uma alternativa viável ao uso de brometo de metila e aos fornos convencionais (Fleming et al., 2005). O besouro-asiático (*Anoplophora glabripennis*) é uma das principais pragas de árvores urbanas e florestas comerciais nos Estados Unidos. Por isso, o Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) exige que todos os materiais com embalagem em madeira oriundos da China sejam fumigados, tratados termicamente ou com conservantes contra esse besouro. A viabilidade da irradiação de micro-ondas a 2,45 GHz foi testada como alternativa, sugerindo que esse tratamento pode erradicar esses besouros em embalagens de madeira maciça (Fleming et al., 2003).

Técnicas de controle que utilizam RF e micro-ondas não deixam resíduos nos produtos e são seguras para os aplicadores e o meio ambiente. No entanto, precisam ser melhoradas devido ao alto custo de energia, aquecimento desigual nas partes tratadas e eventuais perdas de qualidade dos produtos tratados.

Som

Insetos possuem comportamentos complexos para a localização e acasalamento de parceiros sexuais, incluindo exibição visual, feromônios sexuais e comunicação sonora (estridulação) (Berryman, 1986). Com isso, o uso de sons artificiais tem sido usado no controle de pragas florestais, como a cigarra (*Que-*

sada gigas) (Hemiptera: Cicadidae). Essa técnica consiste no uso de armadilhas sonoras emitindo um som atrativo à espécie, já que sua frequência sonora, períodos e duração dos sons emitidos são conhecidos (ver capítulo 15.2.4).

Frequências sonoras menores que 20 Hz são chamadas de infrassom e as mais altas que a audição humana (maior que 20 kHz) chamadas de ultrassom. Insetos possuem corpos gasosos microscópicos e estáveis que podem oscilar com o uso do ultrassom. Sensores de ultrassom também podem ser utilizados no monitoramento de insetos em grãos armazenados e árvores urbanas.

Umidade

A secagem de madeira processada em estufas nas serrarias é um meio muito eficaz, embora relativamente caro, de eliminar pragas na madeira, principalmente as quarentenárias. O acúmulo de amido no alburno na madeira aumenta a suscetibilidade ao ataque de broqueadores. A secagem lenta em temperaturas relativamente baixas podem diminuir esse acúmulo de amido e reduzir a suscetibilidade ao ataque de insetos xilófagos (Barbosa & Wagner, 1989). Pragas que atacam madeira serrada podem afetar as exportações. Ela pode ser embargada ou tratamentos caros, como a secagem em estufa, podem ser exigidos antes de exportá-la para regiões livres de pragas. Insetos broqueadores, como besouros-de-casca e besouros-de-ambrósia, podem ser controlados quando as toras são expostas a estufas com temperaturas de aproximadamente 71° C, entre 2 e 6 horas, dependendo do tamanho da tora (Barbosa & Wagner, 1989). No entanto, essa técnica não é efetiva em toras não processadas (Wainhouse, 2005). Em 2018, houve um grande surto de besouros do gênero *Premnobius* (Curculionidae: Scolytinae) em 1000 ha de *Eucalyptus* spp. em Bocaiúva, Minas Gerais. A recomendação dada para controlar esse surto foi cortar todas as árvores e processar em toras de dois metros de comprimento, para deixá-las expostas ao sol no campo, visando a uma secagem mais rápida, controlando a praga pela redução drástica de umidade.

Sementes florestais infestadas por insetos como besouros bruquídeos e larvas de lepidópteros podem impactar programas de melhoramento de árvores e plantios florestais, pois podem ter a sua viabilidade reduzida. Muitas dessas sementes podem ser secas matando as larvas desses insetos e impedindo a emergência e disseminação de pragas em áreas livres de infestação (Barbosa & Wagner, 1989).

A madeira, em alguns casos, pode ter que ser armazenada por um longo período de tempo. Proteger grandes volumes do ataque de insetos e fungos xi-

lófagos é um problema sério de logística. O armazenamento molhado tem sido usado, com sucesso, para esse fim. A madeira é armazenada em lagos ou represas, mas colocar e retirar as toras desses locais pode ser uma tarefa difícil e onerosa, além do risco de poluição causada por substâncias lixiviadas dos troncos. Por isso, o armazenamento de toras empilhadas em solo seco com um sistema com aspersores é uma solução mais prática (Wainhouse, 2005). Esse tipo de armazenamento é mais eficiente quando as pilhas podem ser colocadas próximas a fonte de madeira, com instalações e equipamentos para bombear a água de um reservatório local, minimizando os prejuízos causados pela água efluente para a qualidade da água e para organismos aquáticos locais. Os efluentes podem ser captados e reciclados para maior sustentabilidade. O método será mais eficaz com uma boa distribuição da água na pilha. Toras de coníferas e árvores folhosas foram armazenadas por longos períodos com mudanças mínimas na qualidade da madeira, como aumentos na porosidade e na redução da resistência física da madeira, sem, no entanto, afetar a proporção de madeira para uso na construção civil que pode ser obtida a partir das toras (Wainhouse, 2005).

O uso excessivo de água, através da inundação, pode destruir ninhos subterrâneos de cupins presentes em sistemas radiculares (Ciesla, 2011). Ninhos pequenos de *Acromyrmex* foram controlados pela inundação em plantios de arroz no Rio Grande do Sul (Della Lucia & Araújo, 2000).

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, P.; WAGNER, M.R. Introduction to forest and shade tree insects. Academic Press, 652 pp.
- BERRYMAN, A.A. Forest insects: principles and practice of population management. Plenum Press, New York & London, 279 pp., 1986.
- 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.
- CIESLA, W. Management of forest insect pests. In: CIESLA, W. (Ed.). Forest entomology: a global perspective. Wiley-Blackwell, 416 pp., 2011.
- DELLA LUCIA, T.M.C.; ARAUJO, M.S. Formigas-cortadeiras: Atualidades no combate. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). Manejo integrado – doenças, pragas e plantas daninhas. Viçosa, MG: UFV/ Departamento de Fitopatologia, p. 245-273, 2000.
- DRAKE, S.R.; MOFFITT, H.R.; EAKIN, D.E. Low dose irradiation of “rainier” sweet cherries as a quarantine treatment. Journal of Food Processing and Preservation, v. 18, n. 6, p. 473-481, 1994.
- FLEMING, M.R.; HOOVER, K.; JANOWIAK, J.J.; FANG, Y.; WANG, X.; LIU, W.; WANG, Y.; HANG, X.; AGRAWAL, D.; MASTRO, V.C.; LANCE, D.R.; SHIELD, J.E.; ROY, R. Microwave irradiation of wood packing material to destroy the Asian longhorned beetle. Forest Products Journal, v. 53, n. 1, p. 46-52, 2003.

FLEMING, M.R.; JANOWIAK, J.J.; KIMMEL, J.D.; HALBRENDT, J.M.; BAUER, L.S.; MILLER, D.L.; HOOVER, K. Efficacy of commercial microwave equipment for eradication of pine wood nematodes and cerambycid larvae infesting red pine. *Forest Products Journal*, v. 55, n. 12, p. 226-232, 2005.

IKEDIALA, J.; TANG, J.; DRAKE, S.; NEVEN, L. Dielectric Properties of Apple Cultivars and Codling Moth Larvae. *Trans. ASAE.*, 43, 1175–1184, 2000.

JOHNSON, J.A.; VAIL, P.V. Posttreatment survival, development, and feeding of irradiated Indianmeal moth and navel orangeworm larvae (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 81, p. 376-380, 1988.

LEWIS, V.R.; POWER, A.B.; HAVERTY, M.I. Laboratory evaluation of microwaves for control of the western drywood termite. *Forest Products Journal*, v. 50, n. 5, p. 79-87, 2000.

MASSA, R.; CAPRIO, E.; DE SANTIS, M.; GRIFFO, R.; MIGLIORE, M.D.; PANARIELLO, G.; PINCHERA, D.; SPIGNO, P. Microwave treatment for pest control: the case of *Rhynchophorus ferrugineus* in *Phoenix canariensis*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, v. 41, p. 128-135, 2011.

MORRISON, R.M. An Economic Analysis of Electron Accelerators and Cobalt60 for Irradiating Food. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Technical Bulletin #1762, June, 1989.

NAVARRO, S.; TIMLICK, B.; DEMIANYK, C.J.; WHITE, N.D.G. Controlled or modified atmospheres. In: Hagstrum, D.W.; Philips, T.W.; Cuperus, G. *Stored Product Protection*, Kansas State University, 358 ff., 2012.

NEGRÓN, J.F., SHEPPERD, W.D., MATA, S.A. ET AL. 2001. Solar treatments for reducing survival of mountain pine beetle in infested ponderosa and lodgepole pine logs. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO, Research Paper RMS-RP-30, 11 pp.

OLIVEIRA, M.A.; ARAÚJO, M.S.; MARINHO, C.G.S.; RIBEIRO, M.M.R.; DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo de formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C. *Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo*. Editora UFV, 421 p., 2011.

SHIMODA, M.; HONDA, K. Insect reactions to light and its applications top est management. *Applied Entomology and Zoology*, v. 48, p. 413-421, 2013.

WAINHOUSE, D. The role of silviculture. In: WAINHOUSE, D. (Ed.) *Ecological methods in forest pest management*. Oxford University Press, 249 pp, 2005.

ZANUNCIO, J.C.; SANTANA, D.L.Q.; NASCIMENTO, E.C.; SANTOS, G.P.; ALVES, J.B.; SARTÓRIO, R.C.; ZANUNCIO, T.V. *Lepidoptera desfolhadores de eucalipto: biologia, ecologia e controle*. Editora Folha de Viçosa, IPEF/SIF, 140 pp., 1993.