



**FRAGMENTAÇÃO E ISOLAMENTO: ESTUDO
DE CASO EM *Ocotea odorifera* VELL. ROHWER**

**LAVRAS - MG
2013**

RUTE MARIA RIBEIRO

FRAGMENTAÇÃO E ISOLAMENTO: ESTUDO DE CASO EM *Ocotea*
odorifera VELL. ROHWER

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Dulcinéia de Carvalho
(Orientadora)

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Ribeiro, Rute Maria.

Fragmentação e isolamento : estudo de caso em *Ocotea
odorifera* Vell. Rohwer / Rute Maria Ribeiro. – Lavras : UFLA,
2013.

95 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Dulcinéia de Carvalho.

Bibliografia.

1. Canela-sassafrás. 2. Correlação de Mantel. 3. Análise circular.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.5222

RUTE MARIA RIBEIRO

FRAGMENTAÇÃO E ISOLAMENTO: ESTUDO DE CASO EM *Ocotea
odorifera* VELL. ROHWER

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de Maio de 2013.

Dr. Allan de Freitas Magalhães UFLA

Profa. Dra. Rosângela Alves Tristão Borém UFLA

Dra. Vivette Appolinário Rodrigues Cabral

Profa. Dra. Dulcinéia de Carvalho

Orientadora

LAVRAS - MG

2013

Agradecimentos

A Deus a quem devo tudo o que sou.

À minha mãe, Maria Aparecida, mulher forte, corajosa e exemplo de vida.

Ao irmão David, e aos familiares e amigos pelo carinho e incentivo que me possibilitaram obter mais esta conquista.

À minha orientadora, Profa. Dra. Dulcinéia de Carvalho, pelos preciosos ensinamentos, paciência, dedicação, confiança, amizade e por me mostrar a surpreendente beleza da natureza que me encanta, agora, também, por meio da busca científica.

Aos membros da banca Dr. Allan de Freitas Magalhães, Dra. Rosângela Alves Tristão Borém e Dra. Vivette Appolinário Rodrigues Cabral pela participação na defesa da dissertação e preciosas sugestões.

A todos os professores do Departamento de Ciências Florestais/UFLA pelos esclarecimentos que contribuíram para a realização deste trabalho assim como à banca pela disponibilidade, colaboração e assistência com sugestões.

Aos colegas de laboratório: Jaqueline, Luiz Eduardo, Joelma, Anna, Sheila, Taiana, Isaias, Natália e Murilo pela amizade, carinho e pelo auxílio e, em especial, ao Sidney pela ajuda fundamental.

A todos os colegas da turma de Ecologia Aplicada pelos inesquecíveis momentos compartilhados.

À Eugênia e Sarah, amigas para toda vida e, ao Fábio, pela recente, porém constante presença, indispensável em minha vida.

Aos funcionários pela atenção e a todos que estiveram presentes nesta caminhada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada por oferecer o melhor curso que existe. Em especial, à secretária Nelzi e a todos os professores do Setor de Ecologia pela grata convivência.

A Capes pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de mestrado.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização deste curso.

“Ele fez a terra com o seu poder, estabeleceu o mundo com a sua sabedoria, e com o seu entendimento estendeu os céus.”

Jeremias 10:12

RESUMO

A fragmentação florestal é a transformação de uma grande extensão de hábitat em manchas menores com consequências para a conservação de diversas espécies arbóreas. Nesta situação se encontra a espécie *Ocotea odorifera* Vell. Rohwer, de importância ecológica e econômica e que está sob ameaça de extinção. O acompanhamento fenológico de indivíduos componentes das áreas remanescentes à fragmentação é um dos meios pelo qual alterações do meio biótico e abiótico podem ser avaliadas. Objetivou-se no presente estudo analisar e comparar, além do padrão fenológico, a estrutura populacional bem como os padrões biométricos de frutos de duas populações naturais da espécie, uma população formada por indivíduos isolados pelo processo de fragmentação (condição isolada) e outra formada por indivíduos em um contínuo de mata estacional semidecidual (condição contínua). Para as análises biométricas, tomaram-se valores de comprimento, largura e peso fresco de frutos maduros e, para a análise da estrutura populacional, os valores de DAP. As avaliações fenológicas foram realizadas entre fevereiro de 2010 e março de 2012, utilizando-se os índices de atividade e intensidade de Fournier e por meio de análises estatísticas circulares. Para verificar a correlação entre a distância geográfica e a sincronia populacional de eventos fenológicos, foi realizado o teste de Mantel. Dados climatológicos foram, ainda, correlacionados aos dados fenológicos. Não houve diferença estatística entre as condições, isolada e contínua, em relação ao padrão biométrico de frutos maduros. Em condição isolada ocorreu baixo estabelecimento de indivíduos de regeneração natural. A população da condição contínua, entretanto, apresentou a curva do J invertido. Maiores intensidades de eventos reprodutivos ocorreram em geral na condição isolada. Mesmo com a alta produção de frutos imaturos na condição isolada, episódios de predação têm acometido os frutos desta condição, antes mesmo da maturação, não se diferenciando o evento fruto maduro estatisticamente da condição contínua. Em contraste aos eventos de floração, para o evento fruto imaturo quanto maior a distância entre os indivíduos com este evento maior foi a ocorrência de sincronia entre eles, indicando que a espécie possui um mecanismo de aborto e/ou de auto-incompatibilidade entre indivíduos próximos. *O. odorifera* apresentou um padrão de floração e frutificação subanual intercalados entre períodos de floração e frutificação principal, de padrão supra anual. O estímulo para o desencadeamento de eventos reprodutivos está relacionado à variável temperatura mínima. A condição contínua amorteceu a incidência das variáveis ambientais sobre os indivíduos desta condição.

Palavras-chave: Canela-sassafrás. Correlação de Mantel. Análise circular.

ABSTRACT

Forest fragmentation consists of the transformation of a great habitat extension into smaller patches, with consequences to the conservation of several arboreal species. The *Ocotea odorifera* Vell Rohwer species, of ecological and economic importance and, also, under threat of extinction, is in this situation. The phenological accompaniment of component individuals from the remaining fragmentation areas is one of the means by which alterations of the biotic and abiotic mediums can be evaluated. The objective of the present study was to analyze and compare, in addition to the phenological pattern, the population structure, as well as the biometrics patterns of fruits of two natural populations of the species, one population formed of individuals isolated by the fragmentation process (isolated condition) and another formed of individuals in a continuous of seasonal semi-deciduous forest (continuous condition). For the biometrics analyses we collected length, width and fresh weight values of ripe fruits and, in order to analyze the population structure, the DBH values. The phenological evaluations were performed between February of 2010 and March of 2012 being used the Fournier activity and intensity indexes and circular statistical analyses. To verify the correlation between the geographical distance and the population synchrony of phenological events, we performed the Mantel test. Climatologic data were still correlated to the phenological data. There was not statistical difference between the conditions, isolated and continuous, in relation to the biometric pattern of ripe fruits. In isolated condition, a low establishment of the individuals` natural regeneration occurred. The population of the continuous condition, however, presented an inverted J curve. Larger intensities of reproductive events occurred, in general, in the isolated condition. Even with the high production of immature fruits in the isolated condition, predation episodes have befallen the fruits in this condition even before maturation, not statistically differing from the ripe fruit event in the continuous condition. In contrast to the flowering events, for the immature fruit event, the larger the distance between individuals with this event, the higher the synchrony between them, indicating that the species possesses an abortion and/or of self-incompatibility mechanism between close individuals. *O. odorifera* presented a sub annual flowering and fruiting pattern inserted between main flowering and fruiting periods, of supra annual pattern. The stimulus for unchaining the reproductive events is related to the minimum temperature variable. The continuous condition softened the incidence of the environmental variables on the individuals in this condition.

Keywords: Canela-sassafrás. Mantel correlation. Circular analyses.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1	Fragmentação e metapopulações.....	3
2.2	Fenologia	7
2.3	Biometria	9
2.4	Espécie de estudo	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1	Área de estudo, amostragem e caracterização das populações	12
3.2	Biometria de frutos.....	16
3.3	Fenologia	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Caracterização diamétrica.....	22
4.2	Biometria de frutos.....	23
4.3	Fenologia	24
4.4	Teste de Mantel.....	64
4.5	Correlação com variáveis climáticas	66
5	CONCLUSÕES	75
	REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país florestal com, aproximadamente, 524 milhões de hectares (61,5% do seu território) de florestas naturais e plantadas (BRASIL, 2009). No entanto, os ecossistemas nos quais as populações naturais estão inseridas, vêm sofrendo diversas alterações, principalmente, em função das atividades humanas. Tais mudanças resultam em ecossistemas fragmentados, formando mosaicos de vegetação remanescente.

Neste processo de fragmentação, grandes populações são reduzidas e subdivididas, o que pode acarretar alterações em processos ecológicos e genéticos, como na riqueza e composição de espécies (MURCIA, 1995), na atuação dos dispersores e polinizadores, no sistema de reprodução (HALL; WALKER; BAWA, 1996), nos padrões fenológicos visto a influência que os fatores ambientais exercem sobre as plantas (DIAS, 1995) e no fluxo gênico (HAMRICK, 1987; HAMRICK; MURAWSKI; NASON, 1993). Young e Boyle (2000) consideram que os possíveis efeitos genéticos da fragmentação são a perda da diversidade genética ao nível populacional e de espécie (o que poderia limitar a capacidade de resposta de uma espécie a mudanças ambientais), mudanças na estrutura genética e aumento da endogamia (decorrente da maior probabilidade de autofecundação e cruzamentos entre indivíduos aparentados).

Dados empíricos sobre o efeito da fragmentação e o isolamento espacial dos indivíduos são, ainda, escassos em florestas semidecíduais, que ocorrem em grande parte do sul do Estado de Minas Gerais e, que se encontra altamente fragmentado. O conhecimento de aspectos ecológicos de espécies em ambientes fragmentados e contínuos torna-se, então, importante para nortear ações de manejo e conservação de modo eficiente, sem comprometer a perpetuação de suas populações naturais.

Visto isso, objetivou-se no trabalho analisar e comparar a estrutura populacional bem como os padrões fenológicos e biométricos de duas populações naturais da espécie, uma formada por indivíduos isolados pelo processo de fragmentação, condição isolada, e outra formada por indivíduos em um contínuo de mata estacional semidecidual, condição contínua, da espécie *Ocotea odorifera* Vell. Rohwer (Lauraceae), a qual foi escolhida por estar sofrendo com a destruição, fragmentação e redução de seu habitat, sendo considerada ameaçada de extinção (BRASIL, 2009).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fragmentação e metapopulações

Vários estudos têm demonstrado os efeitos da fragmentação e redução dos contínuos florestais sobre a dinâmica das populações vegetais naturais. A fragmentação afeta, de forma complexa, a biota nativa e a condição econômica e social da população local (BIERREGAARD; DALE, 1996). Mesmo sendo o Brasil um país florestal com, aproximadamente, 524 milhões de hectares, 61,5% do seu território, de florestas naturais e plantadas (BRASIL, 2009), os ecossistemas, nos quais as populações naturais estão inseridas, vêm sofrendo diversas alterações, principalmente, em função das atividades humanas. No Estado de Minas Gerais, entre as maiores e principais ameaças sobre as espécies da flora em risco de extinção, estão a degradação e perda de hábitat: 28,38% e 24,34%, respectivamente (BIODIVERSITAS, 2007).

A fragmentação das florestas consiste na transformação de uma grande extensão de habitats em numerosas manchas menores, os fragmentos, que passam a apresentar diferentes tamanhos, formas, graus de isolamento, tipos de vizinhança e históricos de perturbação, o que compromete a conservação de sua diversidade biológica (VIANA; TABANEZ, 1996) formando mosaicos de vegetação remanescente. A estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas, compostas por ecossistemas interativos, é a linha de estudo da ecologia de paisagens (FORMAN; GODRON, 1986), que enfoca, ainda, os elementos geográficos e históricos que levaram à formação da paisagem atual auxiliando a compreensão da dinâmica de um processo de fragmentação florestal.

A avaliação das consequências da redução, subdivisão e isolamento de populações é fundamental para prever o destino das espécies presentes em fragmentos e para o planejamento efetivo de programas de manejo em pequenas

áreas de floresta. Essa avaliação é uma tarefa complexa, porque o efeito da fragmentação pode se estender indiretamente por meio de uma rede de interações interespecíficas como aquelas que afetam diretamente o sucesso reprodutivo (BACLES; LOWE; ENNOS, 2004; DICK; ETCHELECU; AUSTERLITZ, 2003; DUTECH et al., 2005; WARD et al., 2005). Muitos processos ecológicos são afetados como: a riqueza e composição de espécies (MURCIA, 1995), a atuação de dispersores e polinizadores, o sistema reprodutivo (HALL; WALKER; BAWA, 1996) e os padrões fenológicos (DIAS, 1995), comprometendo o *fitness* das espécies.

Outras alterações ligadas diretamente à diversidade genética devem ocorrer como o que afeta o fluxo gênico (HAMRICK, 1987; HAMRICK; MURAWSKI; NASON, 1993). Young e Boyle (2000) consideram que entre os possíveis efeitos estão o aumento da endogamia e redução e/ou perda de diversidade genética ao nível populacional e de espécie, limitando a capacidade de resposta a mudanças ambientais bem como limitando seu potencial adaptativo. O tamanho efetivo populacional em uma metapopulação pode ser, substancialmente, menor para o mesmo número de indivíduos de uma população não dividida (HANSKI; GLIPIN, 1991).

Abordar o modelo de metapopulação, um conjunto de subpopulações que ocupam fragmentos separados de um habitat subdividido (DOBSON, 1998) e isolados por hábitat inadequado (LEVINS, 1970), pode ser útil ao se estudar a fragmentação florestal. No modelo metapopulacional, um grupo de pequenas populações passam a apresentar uma dinâmica local e temporal com subpopulações que são conectadas por indivíduos que se movem entre elas (HANSKI; GLIPIN, 1991), sejam eles animais ou vegetais, por meio de frutos e sementes, ou mesmo pelo processo de polinização que mantém o fluxo gênico entre as subpopulações.

Uma metapopulação vive em constante mudança, por conta das extinções e colonizações, mas há um equilíbrio na totalidade da metapopulação, quando as taxas de extinção e colonização se igualam (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006) de tal forma que o crescimento e persistência das manchas individuais de uma metapopulação diferem do que seria o crescimento e persistência de uma população isolada (GOTELLI, 2009).

Em contraste ao então estocástico modelo da teoria de biogeografia de ilhas de Robert MacArthur e Edward Wilson, de 1967, de maior utilidade em escalas globais, a dinâmica de metapopulações respondia melhor a questões de escalas locais, bem como se aplica ao nível populacional (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006), sem desconsiderar a base do balanço entre extinção e colonização que resultaria na riqueza de espécies em uma “ilha”. Outra diferença do modelo de Levins está em todas as manchas possuírem o mesmo tamanho e serem passíveis de extinção.

Modelos mais realísticos incorporam termos de diferenciação entre subpopulações para: tamanho da subpopulação; qualidade da matriz, que pode ser mais importante que os próprios fragmentos; diferentes taxas de troca entre populações, bem como de extinção e recolonização; fragmentos que são mais próximos de outros fragmentos ocupados têm mais probabilidade de serem recolonizados, visto que populações pequenas e isoladas tornam-se mais susceptíveis à estocasticidade ambiental (GOTELLI, 2009); queda na taxa de extinção por razões demográficas ou genéticas pelo efeito resgate proporcionado pela imigração.

Outro exemplo considerado como um caso particular de metapopulação é o modelo fonte-escoadouro (WHITTAKER, 1998). Nesta estrutura a principal diferença está em que alguns habitats suportam populações com taxa de crescimento balanceada pela emigração (populações fontes) enquanto outros habitat são menos favoráveis à espécie e podem ir à extinção. A diferença entre

fontes e escoadouros não se deve a fatores estocásticos e populações fontes devem possuir maior qualidade e diversidade de habitats e não são necessariamente maiores (HANSKI; GLIPIN, 1991).

Embora a estrutura metapopulacional possa ocorrer de forma natural em habitats contínuos, a formação de metapopulações é favorecida pela crescente fragmentação de habitats (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003) e este modelo abrange ligações conceituais importantes para o entendimento da dinâmica de populações que se encontram nestas condições.

Apesar do exposto acima, evidências empíricas da literatura têm mostrado resultados contraditórios que não suportam estes efeitos e hipóteses, implicando que nem todo episódio de fragmentação necessariamente resulta em erosão genética de populações vegetais (AGUILAR et al., 2008; YOUNG; BOYLE; BROWN, 1996). Entre as explicações para este padrão ainda não bem definido estão os casos em que o modelo de metapopulações se aplica já que a maioria das metapopulações no mundo real têm um comportamento intermediário entre o modelo de Levins e o genuíno modelo continente-ilha.

Alguns estudos predizem que, em certas condições, a diversidade genética dentro de uma metapopulação pode ser maior do que a retida dentro de uma única população de tamanho total comparável (LACY, 1987). Para Townsend, Begon e Harper (2006), conservar vários fragmentos isolados, povoados e despovoados, não muito distantes entre eles, seria necessário para garantir a preservação. Várias manchas pequenas proporcionam a dinâmica de recolonização e efeito resgate que mantêm a metapopulação estável, ainda que as subpopulações não estejam (LEVINS, 1970).

Em contraste, para algumas espécies o contrário poderia ocorrer. Em situações em que populações muito pequenas, que já são demograficamente instáveis e estão mais susceptíveis à estocasticidade demográfica, uma maior conectividade entre manchas de habitat deve desestabilizar ainda mais a

dinâmica metapopulacional e contribuir para um aumento do risco de extinção (BRITO, 2009). Para Aguilar et al. (2008), muitas espécies que, historicamente, eram próximas e continuamente distribuídas por vastas áreas geográficas e passam a estar restritas a fragmentos de habitat cada vez menores e mais isolados sentiriam mais este processo que espécies naturalmente raras.

Portanto, é importante entender sob quais condições a fragmentação causa consequências deletérias, e sob quais condições tais efeitos podem ser benéficos (BRITO, 2009), ou até mesmo indiferentes, ao menos em certas condições e para determinadas espécies. Revisões quantitativas como as que se utilizam de meta-análises têm auxiliado o entendimento de padrões generalizados da fragmentação apesar de respostas contrárias em estudos individuais (AGUILAR et al., 2008; GUREVITCH; HEDGES, 2001).

2.2 Fenologia

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos, as causas de sua ocorrência em relação aos fatores bióticos e abióticos, e as interações entre as fases caracterizadas por esses eventos, para uma ou mais espécies (LIETH, 1974). Além disso, fornece informações de grande ajuda para o manejo florestal, exercendo suporte ao desenvolvimento de estratégias conservacionistas da flora e fauna regional (FOURNIER, 1974).

Nos trópicos, fatores climáticos e interações entre espécies estão frequentemente associados com a sazonalidade dos eventos vegetativos e reprodutivos das plantas (MORELLATO, 2000). Dentre os fatores que podem afetar o sistema reprodutivo de uma espécie está a sincronia no florescimento e o seu comportamento fenológico (HALL; WALKER; BAWA, 1996), estes, por sua vez, influenciam e regulam outros processos de importância para a fauna e para o ecossistema a que pertence (MANTOVANI et al., 2000). Segundo Janzen

(1980), há uma pressão de seleção favorecendo a sincronia de produção de flores e frutos em uma população, sendo esta influenciada pelos fatores bióticos e abióticos.

Pode-se considerar, também, a não interferência da matriz como barreira efetiva sobre agentes de dispersão e polinização e até mesmo a facilitação destes processos pela presença de uma matriz antrópica. Como as espécies arbóreas tropicais são, na sua grande maioria, alógamas polinizadas por animais (BAWA, 1974, 1990), os diferentes padrões de distância de voo dos polinizadores devem estar associados a diferentes padrões de variação genética nas suas populações. Kageyama (1987) sugere, a partir disso, que a estrutura genética das espécies arbóreas tropicais poderia variar, de acordo com um gradiente, desde padrões próximos a espécies autógamas, para espécies com polinizadores de curta distância de voo, até padrões próximos a espécies alógamas com dispersão pelo vento, para aquelas com polinizadores de longa distância de voo.

Para Fuchs, Lobo e Quesada (2003), árvores com florescimento assíncrono deverão experimentar uma redução no sucesso reprodutivo similares à redução experimentada por árvores que se encontram em fragmentos isolados.

Dentre os métodos mais utilizados para se estudar eventos fenológicos, encontra-se o que os descrevem quanto à sua intensidade, método de Fournier (1974), e o de presença/ausência, chamado de índice de atividade (EÇA-NEVES; MORELLATO, 2004) o qual revela informações sobre a sincronia dos eventos fenológicos. Ambos os métodos podem ser aplicados ao estudo intra ou interespecífico (FERRAZ et al., 1999). Segundo Bencke e Morellato (2002), a utilização dos dois métodos para análise de dados fenológicos fornece informações distintas e complementares sobre o comportamento fenológico em amostras populacionais estando os picos de intensidade de fenofases mais relacionados a fatores bióticos e o de atividade a fatores abióticos.

Padrões fenológicos podem, ainda, explicar e ser associados à fragmentação florestal (FUCHS; LOBO; QUESADA, 2003), aos efeitos de borda e de margens (FIGUEIREDO, 2008) e à abertura de trilhas e clareiras (ALBERTI; MORELLATO, 2008), pois fornecem bases para o entendimento dos papéis que os fatores ambientais exercem nas plantas uma vez que podem inibir ou desencadear fenofases específicas (DIAS, 1995). Podem, ainda, gerar informações básicas para programas de conservação de recursos genéticos (VIEIRA; CARVALHO, 2009).

2.3 Biometria

A caracterização biométrica de frutos é importante para verificar a ocorrência de variações fenotípicas e associá-las com os fatores ambientais e genéticos (SILVA; VIEIRA; CARVALHO, 2007), entretanto estudos nesse sentido são escassos.

A importância de se trabalhar com frutos e sementes, oriundos de diferentes localidades geográficas, consiste em constatar as diferenças fenotípicas determinadas pelas variações ambientais, sendo possível captar várias expressões do genótipo, possibilitadas pelas condições ambientais adequadas (BOTEZELLI; DAVIDE; MALAVASI, 2000).

As características morfométricas dos frutos, associadas aos eventos de frutificação, também, estão relacionadas a características da dispersão e do estabelecimento de plântulas (HOWE; SMALLWOOD, 1982) e segundo Beltrati e Paoli (2003), fornecem subsídios importantes para os estudos de sucessão ecológica e regeneração de ecossistemas florestais.

Segundo Ho (1992), frutos que apresentam grande variabilidade em seu tamanho são característicos de espécies naturais como possível resultado da maior ou menor capacidade individual de assimilação de fotossintatos. Deste

modo a luz pode influenciar tal característica em populações de ambiente fragmentado, pois estas se encontram expostas à maior incidência de radiação solar.

2.4 Espécie de estudo

Entre as espécies afetadas pela redução e fragmentação dos contínuos florestais, encontra-se a espécie arbórea ameaçada de extinção *Ocotea odorifera* Vell. Rohwer que ocorre no Brasil de forma natural desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Conhecida como canela-sassafrás, esta espécie é frequentemente encontrada em floresta estacional semidecidual, em floresta ombrófila densa, nos campos de altitude da Serra da Mantiqueira e em ambientes ripários de Minas Gerais (CARVALHO, 2005).

A espécie foi amplamente explorada para extração do safrol presente em seu óleo essencial. Este metabólito secundário tem largo emprego na perfumaria, na medicina, como combustível nas naves espaciais e em outros setores industriais. Entretanto, em virtude de sua situação de perda de habitats e de ameaça de extinção, em 1991, o então Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA proibiu seu corte e exploração (CARVALHO, 2005). A espécie é utilizada, também, com fins paisagísticos (LORENZI, 1992) e é recomendada para restauração de ecossistemas degradados e de ambientes ripários (VILELA et al., 1993). Segundo Vieira (1999), *O. odorifera* é uma das espécies de plantas aromáticas e medicinais brasileiras com maior prioridade para a coleção de germoplasma e conservação genética.

A espécie, além de esciófila, exigindo sombreamento de baixa a média intensidade quando jovem (CARVALHO, 2005), possui fatores de reprodução e dispersão que dificultam sua regeneração natural: produção irregular de

sementes, grande distanciamento entre árvores isoladas, diminuição cada vez maior dos agentes polinizadores, predação dos frutos e sementes por pássaros e insetos, podridão de sementes por fungos e baixo vigor das sementes (AUER; GRAÇA, 1995). Além disso, compostos presentes nas folhas e nas cascas de troncos podem eliminar indivíduos que se estabeleçam ao seu redor (CARMO; BORGES; TAKAKI, 2007).

A regeneração natural reflete a própria capacidade da natureza em produzir grande quantidade de plantas jovens que, após a senilidade e morte das árvores adultas, formarão o novo povoamento florestal (SEITZ, 1981), sendo, portanto, de grande importância a ocorrência de tal processo para a perpetuação de suas populações naturais.

Em Minas Gerais, segundo Lopes, Ferreira e Brandão (1996), a floração de *O. odorifera* ocorre de agosto a dezembro e a frutificação ocorre de maio a julho. A polinização é realizada por abelhas e pequenos insetos (ARRUDA; SAZIMA, 1996) e a dispersão de frutos e sementes é zoocórica, sendo realizada, principalmente, por aves, macacos e roedores (CARVALHO, 2005).

Suas flores são hermafroditas (VATTIMO, 1956) e acham-se reunidas em inflorescências glabras, paniculadas, na ponta dos ramos, com até 5 cm de comprimento e contendo até nove flores (CARVALHO, 2005). Seu fruto é elíptico, quase liso, castanho, envolvido por uma cúpula robusta, carnosa, verruculosa e hemisférica até cerca de metade de sua altura (VATTIMO, 1956). Cada fruto contém apenas uma semente, a qual é marrom e com estrias claras. Apresenta comportamento tipicamente recalcitrante em relação ao armazenamento (CARVALHO, 2000; SANTA CATARINA; MACIEL; PEDROTTI, 2001), perdendo a viabilidade rapidamente quando em ambiente não controlado (CARVALHO, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo, amostragem e caracterização das populações

Para avaliar os efeitos da fragmentação florestal no sucesso reprodutivo de indivíduos de *O. odorifera* foram analisadas e comparadas árvores pertencentes a dois diferenciados locais de ocorrência da espécie.

A condição contínua da população foi definida em função de sua ocorrência em um remanescente de mata primária de, aproximadamente, 65.000m², caracterizado como floresta estacional semidecidual, em que os indivíduos se encontram conectados entre si. A condição isolada pela fragmentação, da outra população, foi assim definida por seus indivíduos estarem dispersos por uma área, de aproximadamente 1km², perturbada por distúrbios antrópicos (construções, cultivos agrícolas de café, feijão, entre outros) onde se encontram os indivíduos que foram isolados uns dos outros pela fragmentação e retirada da cobertura original há pelo menos 50 anos. Nesta área, um remanescente de mata de, aproximadamente, 7.000m², caracterizado como floresta estacional semidecidual é encontrado.

A população contínua localiza-se nas coordenadas 21°11'34"S e 44°56'59"O, no município de Ijaci, e a população isolada nas coordenadas 21°13'38"S e 44°58'20"O, no campus da UFLA, município de Lavras. As populações encontram-se separadas por, aproximadamente, 4 km de distância (Figura 1 e 2).



Figura 1 Localização das populações de *Ocotea odorifera* estudadas. Fonte: Google Earth (2013)

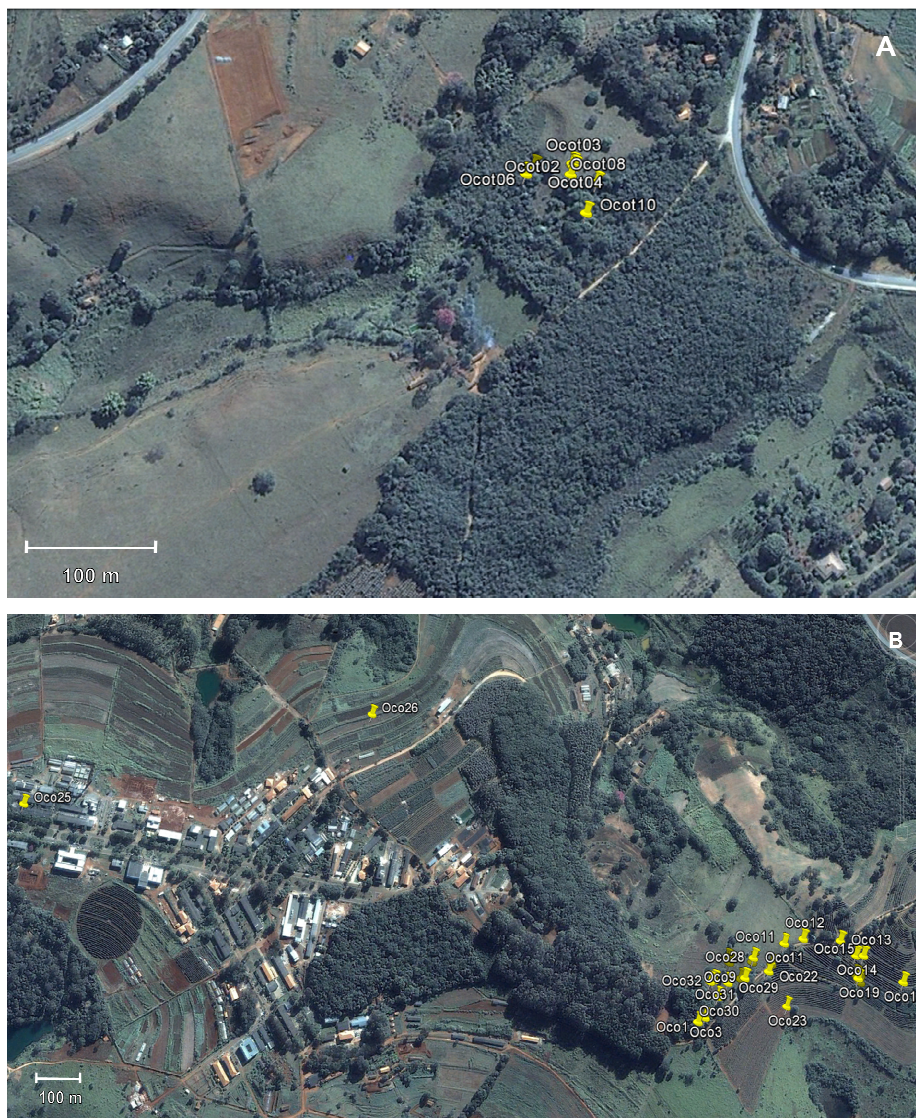


Figura 2 Indivíduos de *Ocotea odorifera* amostrados em condição contínua (A) e isolada (B) utilizados em análises fenológicas. Fonte: Google Earth (2013)

O clima da região é do tipo Cwa de Köppen temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso (DANTAS; CARVALHO;

FERREIRA, 2007). A temperatura do mês mais quente ocorre em fevereiro e a do mais frio em julho.

O clima da região, entretanto, vem mostrando mudanças quanto à temperatura e precipitação quando comparadas as médias obtidas de duas séries de dados, 1961-1990 e 1991-2004. Foram observadas elevações da temperatura média mensal em 1°C e a diferenciação para os meses de maior e menor precipitação que eram, respectivamente, 296 mm em dezembro e 23 mm em julho, passando para 321 mm em janeiro e 7 mm em julho (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O método de amostragem utilizado foi o Método de Trilhas (EÇA-NEVES; MORELLATO, 2004) em que os indivíduos são amostrados ao longo de um percurso, e, no presente estudo, isto se deu de forma aleatória.

Foram amostrados 56 indivíduos na condição contínua e os 50 indivíduos encontrados na condição isolada. Estes foram identificados, plaqueados e georreferenciados com o aparelho GPS (E-TREX Legend HC-x Garmin). O DAP (diâmetro à altura do peito) foi mensurado e para indivíduos que apresentavam ramificações seguiu-se a metodologia de Scolforo (1993). Adicionalmente, os diâmetros foram agrupados em 6 classes: <20 cm; 20 a 39,9 cm; 40 a 59,9 cm; 60 a 79,9 cm; 80 a 99,9 cm e ≥ 100 . O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para a comparação entre as duas condições quanto às distribuições nas classes e para a observação de uma possível diferença da estrutura etária entre as duas populações. Para a análise estatística foi utilizado o programa computacional *Bioestat 5.0*.

Os indivíduos da população em condição isolada, encontrados na área de estudo, apresentaram-se tanto de modo adjacente quanto distanciado por até 2 km, sendo a distância média entre indivíduos de 318 metros. Na condição contínua a maior distância entre os indivíduos amostrados é de 150 m, sendo a distância média entre indivíduos de 57 m.

3.2 Biometria de frutos

A correlação entre o efeito de fragmentação e biometria de frutos foi realizada por meio da comparação de frutos maduros coletados de fevereiro a outubro de 2010, obtidos nos dias de avaliação fenológica nas áreas. Dezenove frutos foram obtidos entre quatro indivíduos da condição contínua (média de 4,75 frutos por árvore) e 65 frutos foram coletados de 14 indivíduos na condição isolada (média de 4,64 frutos por árvore). Os frutos coletados foram acondicionados em sacos plásticos e levados ao Laboratório de Conservação Genética de Espécies Arbóreas do Departamento de Ciências Florestais da UFLA onde as mensurações foram realizadas. Tomaram-se valores de comprimento e largura com o auxílio de um paquímetro digital e de peso fresco usando-se balança de precisão (Figura 3).

Os dados foram então submetidos a teste de normalidade D'Agostino e de diferença entre as variâncias pelo teste F e, para variáveis não normais, utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-whitney. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa computacional *Bioestat 5.0*.

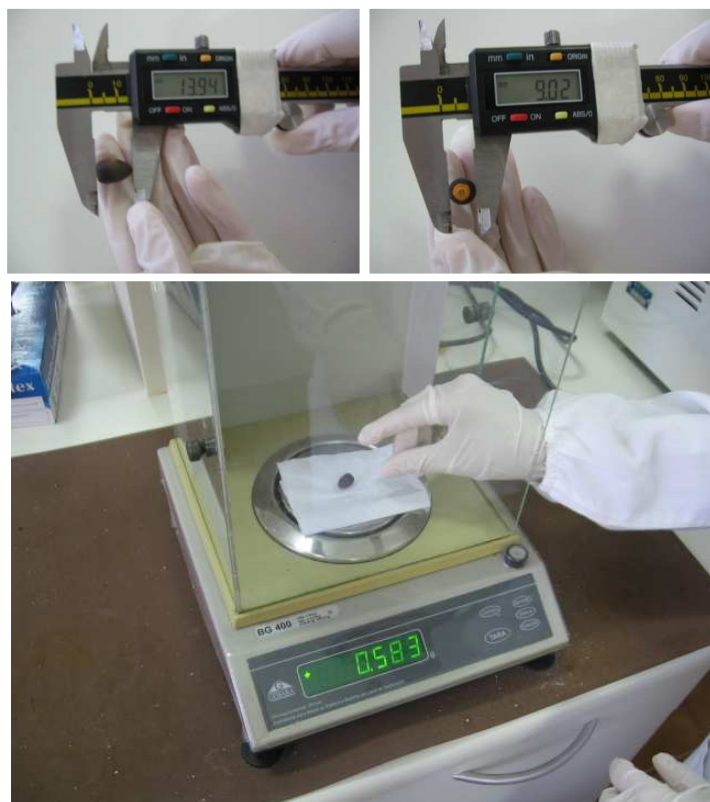


Figura 3 Mensuração do comprimento (A), largura (B) e peso fresco (C) de frutos de *Ocotea odorifera*.

3.3 Fenologia

O acompanhamento fenológico foi realizado por meio de visitas mensais ou quinzenais (quando em período de floração), durante o período de fevereiro de 2010 a março de 2012.

As observações dos eventos fenológicos foram realizadas somente em árvores com DAP igual ou superior a 25 cm, com fácil visibilidade de copa e que, durante o período total de estudo, apresentaram ao menos um evento reprodutivo, assegurando-se, desta forma, que todos os indivíduos eram adultos. Portanto, para este estudo foram considerados oito e 29 indivíduos nas condições contínua e isolada, respectivamente (Figura 2).

Os indivíduos tiveram seus DAPs comparados, por meio de análise de variância e teste *t* de médias, para verificar a existência de uma possível diferença entre as duas condições que influenciasse no padrão fenológico observado. O teste de Shapiro-Wilk foi realizado anteriormente para verificar a normalidade de dados.

Os seguintes eventos fenológicos foram monitorados:

- desfolhamento (caracterizado por folhas secas, de coloração marrom e, também, pela ausência de folhas nos galhos);
- enfolhamento (folhas tenras, de coloração verde clara);
- botão floral (desde o aparecimento da estrutura até a antese floral);
- inflorescência (do momento de antese até a queda das flores);
- fruto imaturo (fruto verde já em cúpula);
- fruto maduro (fruto com coloração violácea à negra e com alo alaranjado na base ligada à cúpula).

Os métodos de avaliação foram os índices de atividade e de intensidade de Fournier (BENCKE; MORELLATO, 2002; FOURNIER, 1974). As avaliações constituíram-se em dados de presença/ausência do evento (obtendo-se

a proporção de indivíduos com a fenofase ou índice de atividade) e, em dados de estimação da intensidade de Fournier, obtidos por valores individuais em uma escala intervalar de cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% entre cada categoria. Esses dados são, então, somados e divididos pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro) que é transformado em valor porcentual pela multiplicação por 100 (FOURNIER, 1974). Os dados foram plotados em gráficos para comparação dos dados oriundos das duas condições, contínua e isolada, e para a observação de picos de sincronia. Eventos são considerados de alta sincronia quando 60% dos indivíduos ou mais estiverem ocorrendo na fenofase (BENCKE; MORELLATO, 2002). Indivíduos que apresentaram o evento fenológico, fora deste período, foram considerados assíncronicos.

Como as fenofases desfolhamento e enfolhamento foram constantes ao longo do ano, tais eventos foram analisados para os 26% mínimos de intensidade, ou seja, a fenofase só era contada quando os indivíduos alcançavam a escala 2 (26 a 50%) do índice de intensidade (KOPTUR et al., 1988; TALORA; MORELLATO, 2000). Os eventos de floração (botão floral e inflorescência) e frutificação (fruto imaturo e fruto maduro) também foram analisados em conjunto (TALORA; MORALLATO, 2000) para o índice de atividade.

Para verificar a correlação entre a distância geográfica e a sincronia de eventos fenológicos, foi realizado o teste de Mantel, para o qual foram construídas duas matrizes, uma matriz binária em que valores 0 representavam indivíduos assíncronicos e, valores 1, os indivíduos síncronicos entre si, a outra matriz consistiu nos valores reais de distância dos indivíduos em relação a todos os outros. Os valores do coeficiente de correlação (r) podem variar de -1 a 1, denotando presença de correlação negativa e positiva, respectivamente, enquanto valores 0 denotam a ausência de correlação (AYRES et al., 2007).

O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para verificar a normalidade de dados. Para comparar as duas condições (contínua e isolada) foi utilizado o teste de Hotelling, que é uma análise multivariada que se baseia na estatística F (AYRES et al., 2007). A análise multivariada discriminante das características fenológicas foi feita para visualização de uma possível separação dos ambientes (contínuo e isolado).

A correlação canônica foi utilizada para a correlação entre ambientes (contínuo e isolado) e teste de variância e de médias (teste t) para comparação da média total de cada fenofase entre as condições, isolada e contínua.

Dados climatológicos referentes ao período de estudo foram obtidos na Estação Meteorológica da UFLA e, então, correlacionados aos dados fenológicos. As variáveis consistiram em médias mensais de temperatura, temperaturas mínimas e máximas e umidade relativa, e os totais mensais de precipitação e insolação. Como algumas fenofases podem ser desencadeadas por estímulos ambientais anteriores ao período no qual ocorrem foram realizadas correlações entre as variáveis climáticas médias e totais do mês da data da avaliação e, também, com as médias e totais de um e de dois meses anteriores ao evento (FERRAZ et al., 1999). A correlação de Spearman foi utilizada em virtude dos dados serem não paramétricos.

Para análise dos dados fenológicos, foram, ainda, utilizadas análises de dados circulares. Primeiramente os dias do ano são convertidos em ângulos ($0-360^\circ$), a frequência de ocorrência da fenofase na população é, então, relacionada ao ângulo correspondente e são calculados a direção e tamanho do vetor médio, a variância circular ou dispersão do vetor médio (r) e a conversão do ângulo médio em data média. O teste de Rayleigh (z) é, então, aplicado para verificar se há uma distribuição uniforme do evento ou se este apresenta sazonalidade. Quando a sazonalidade foi significativa para o evento nos dois anos avaliados, o teste F de Watson-Williams foi aplicado para avaliar se os eventos são

sincrônicos entre os anos (MORELLATO et al., 2000; ZAR, 1999). O mesmo teste foi aplicado para verificar a ocorrência de sincronia dos eventos entre as condições, quando estas apresentavam sazonalidade significativa (ZAR, 1999).

As distribuições de frequências das espécies em cada fenofase foram plotadas em histogramas circulares, para intervalos mensais, com os 365 dias do ano correspondendo aos 360° da circunferência, sendo o dia primeiro de abril correspondente ao grau 0 e cada período mensal variando de 30 em 30° a partir do ponto inicial. O comprimento do vetor relaciona-se com o valor do coeficiente de concentração (r), que varia de 0 a 1, e o ângulo em que este é plotado indica o ângulo médio, que corresponde à data média de ocorrência da fenofase (MORELLATO et al., 1989).

Para as análises de estatística circular foi utilizado o programa computacional *Oriana 4.0* e para as demais análises estatísticas o programa *Bioestat 5.0*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização diamétrica

Os valores médios de DAP em condição isolada e contínua foram de 49,7 e 18,1 cm, respectivamente. Na condição contínua, a maior frequência de diâmetros de *O. odorifera* concentrou-se na primeira classe, < 20 cm, com 40 indivíduos, enquanto na condição isolada a maior frequência foi encontrada na classe de valores entre 40,0 e 59,9 cm apresentando 18 indivíduos (Gráfico 1).

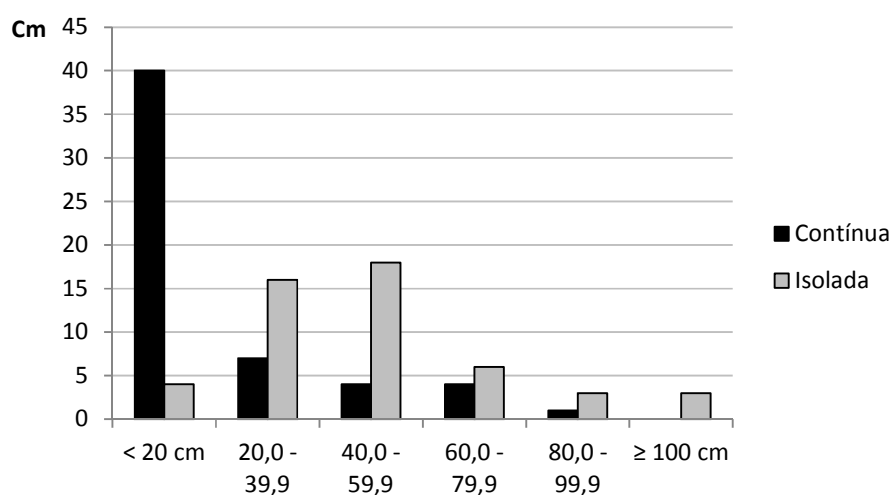


Gráfico 1 Histograma de valores de DAP de *Ocotea odorifera* em condição contínua e isolada

O teste de Kolmogorov-Smirnov revela que a diferença entre as árvores amostradas nas condições isolada e contínua é altamente significativa: $p < 0,0001$. Indivíduos da condição isolada apresentam maiores valores de DAP, indicando, possivelmente, maior faixa etária dos indivíduos desta condição.

Foi observada uma elevada quantidade de plantas em regeneração na condição contínua (40 regenerantes). *O. odorifera* apresenta regeneração natural satisfatória na floresta primária e é esciófila, ou seja, necessita de sombreamento de baixa a média intensidade para seu desenvolvimento juvenil, além de demonstrar exigências quanto ao tipo de solo e de suas propriedades físicas (CARVALHO, 2005).

Assim, nos indivíduos isolados o desenvolvimento inicial vegetativo deve ser prejudicado pela condição de pleno sol em que se encontram neste ambiente. Os indivíduos, na condição isolada, provavelmente, já se encontravam estabelecidos nessa área, quando ocorreu a alteração, em função dos altos valores de DAP amostrados, ou seja, 92% dos indivíduos com DAP > 20 cm. A falta de indivíduos na classe de DAP \geq 100 cm na condição contínua indica que o estabelecimento desta coorte, população observada no período deste estudo, tenha ocorrido mais recentemente em relação à condição isolada.

4.2 Biometria de frutos

Os valores médios para comprimento dos frutos foram de 15,268 e 15,984 mm, para largura de 9,581 e 9,413 mm, e para peso fresco de 0,925 e 0,925 gramas, para a condição isolada e contínua, respectivamente. Os dados apresentaram distribuição normal com exceção das medidas de peso fresco da condição isolada ($p < 0.05$).

A análise de variância aplicada para a comparação dos valores de comprimento e largura entre as condições não apresentaram diferença significativa, $p = 0,1356$ e $p = 0,6256$, respectivamente. O teste de Mann-Whitney, aplicado para comparar os valores de peso fresco, também, não apresentou diferença significativa: $p = 0,4595$.

Avaliar as consequências da redução e isolamento de populações sobre os aspectos relacionados à biologia reprodutiva mostrou-se necessário ao melhor entendimento dos processos de fragmentação. A ausência de diferenciação entre as variáveis pode indicar ausência de influência ambiental e/ou baixa plasticidade fenotípica para estas características em *O. odorifera*.

4.3 Fenologia

Os indivíduos amostrados para as avaliações fenológicas não apresentaram diferença significativa entre as condições, contínua e isolada ($p = 0,1225$), quanto aos valores de DAP, os quais tiveram distribuição, significativamente, normal. O DAP não foi uma covariável que influenciou em uma maior ou menor atividade fenológica entre as condições estudadas.

Todas fenofases mostraram padrões semelhantes para índice de atividade e intensidade de eventos fenológicos, para ambas as condições. As fenofases desfolhamento e enfolhamento ocorreram em todos os indivíduos de ambas as condições durante todo o período avaliado. Nota-se, entretanto, um pequeno aumento na intensidade do evento desfolhamento na condição contínua, menos pronunciado na isolada, no período de fevereiro a julho de 2010 (Figura 4).

Quando analisado o evento em maiores intensidades, desfolhamento de 26% mínimos observou-se maior intensidade deste, durante o período de ocorrência na condição contínua, que foi de fevereiro a julho de 2010, com ausência para o mês de maio (Figura 5). Diferenças entre os anos de avaliação também foram encontradas para esta fenofase, que ocorreu apenas em 2010, confirmado pela não sazonalidade e não sincronismo obtido na análise circular (Tabela 1, Gráfico 3).

Uma maior intensidade do evento enfolhamento na condição contínua ocorre em novembro de 2010 e, em 2011 em julho e agosto e, também, em novembro, ano no qual ocorre sazonalidade significativa desta fenofase (Tabela 1, Gráfico 3) e em agosto de 2010 e março de 2011 para a condição isolada quando comparados ao índice de atividade (Figura 6).

Quando analisado o evento em maiores intensidades, enfolhamento de 26% mínimos, não se observaram diferenças entre os índices utilizados, atividade e intensidade. Durante o período analisado, o evento apresentou comportamento variável não se observando épocas de maior ocorrência para a fenofase enfolhamento, enquanto para o enfolhamento de 26% mínimos a maior ocorrência foi registrada em setembro de 2010 (Figura 7) onde ocorre a sazonalidade para esta fenofase em ambas as condições, isolada e contínua, e a sincronia entre as condições (Tabela 1, Gráfico 3). Semelhanças entre os anos não foram encontradas em virtude do padrão fenológico variável apresentado.

A presença contínua destas fenofases pode indicar uma estratégia de reposição de folhas em comuns em espécies perenes. Segundo Jackson (1978), a necessidade de retenção e manutenção da atividade fotossintética de folhas velhas até o crescimento das folhas novas resultaria em perda e brotamento contínuo de folhas. Resultados semelhantes foram encontrados por Reich e Borchert (1984) em muitas espécies perenes, brotando ao mesmo tempo em que perdiam as folhas velhas e, por Ferraz et al. (1999) em indivíduos de *Alchornea sidifolia*, *Cecropia glaziouii*, *Cordia ecalyculata*, *Croton floribundus* e *Cupania oblongifolia*.

A maior dinâmica temporal dos valores de desfolhamento, também confirmada pela falta de correlação canônica do desfolhamento entre condições ($p = 0,32$), foi encontrada na condição contínua, o que se observa na manutenção constante de uma profunda camada de serrapilheira ali localizada, podendo

indicar um melhor aproveitamento deste processo de desfolhamento nesta condição e/ou uma estratégia de realocação de nutrientes no solo.

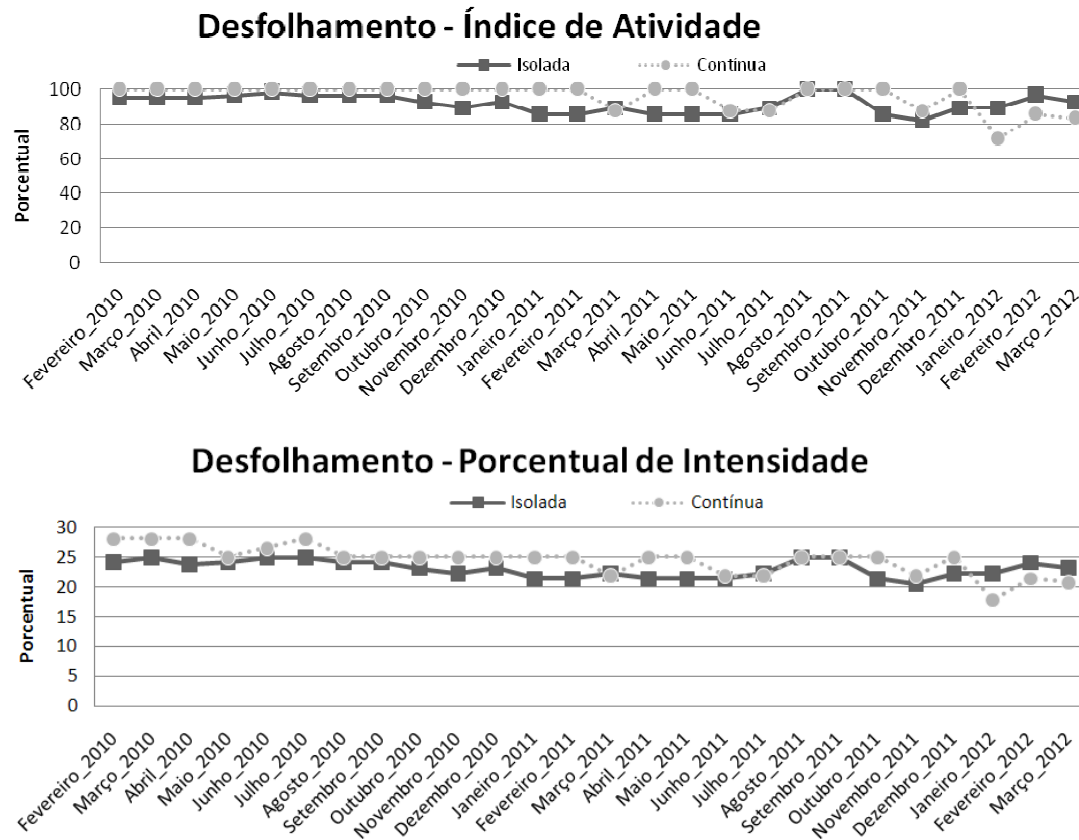


Figura 4 Índice de atividade e intensidade da fenofase desfolhamento nos indivíduos de *Orotea odorifera*

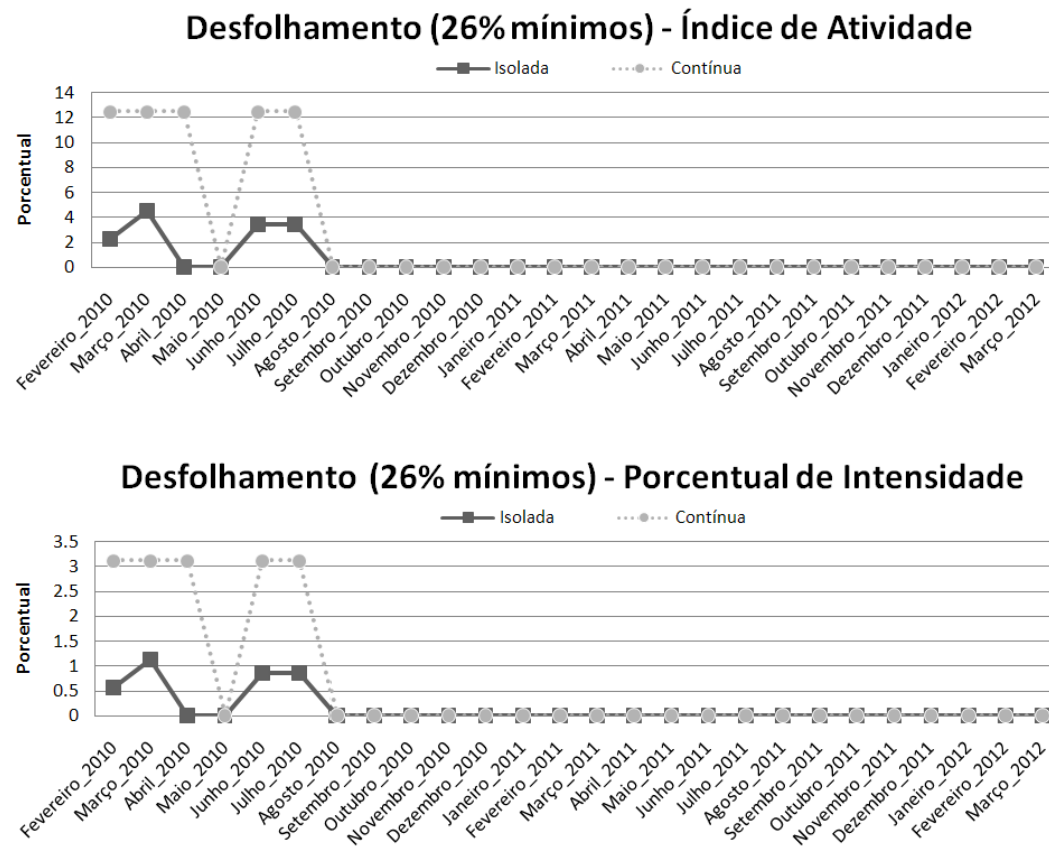


Figura 5 Índice de atividade e intensidade da fenofase “desfolhamento \geq 26%” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

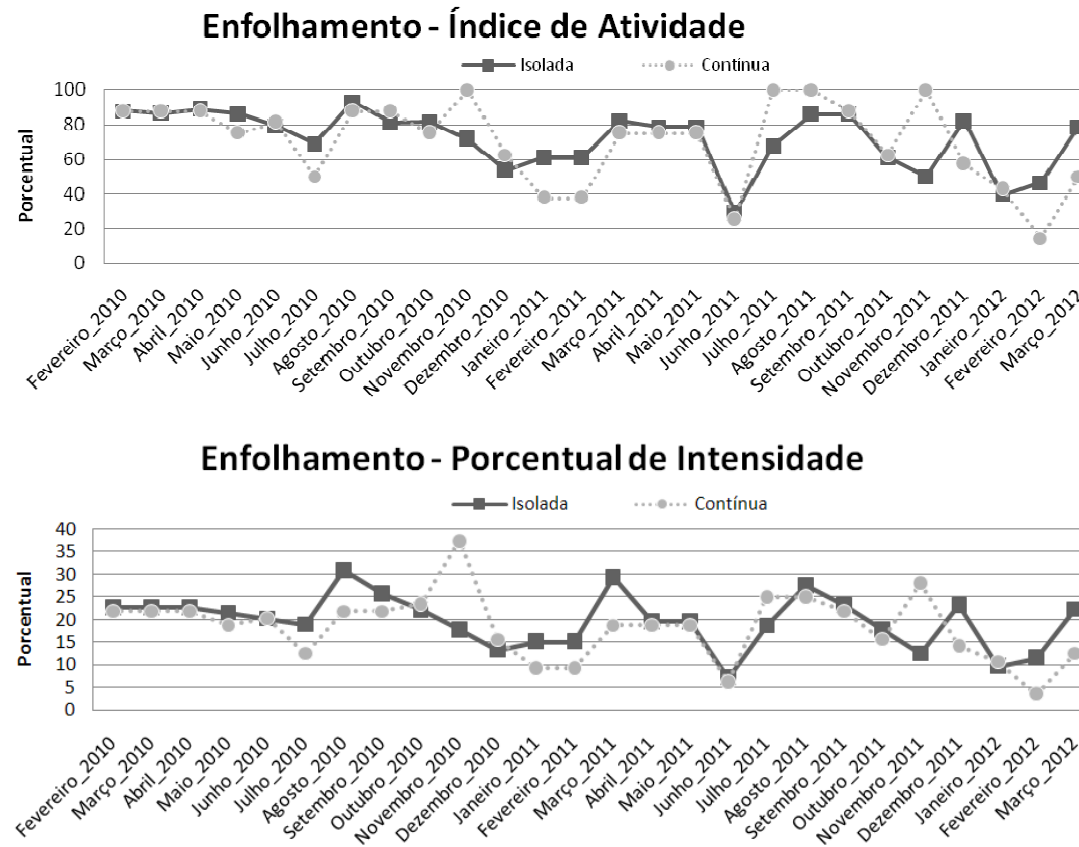


Figura 6 Índice de atividade e intensidade da fenofase “enfolhamento” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

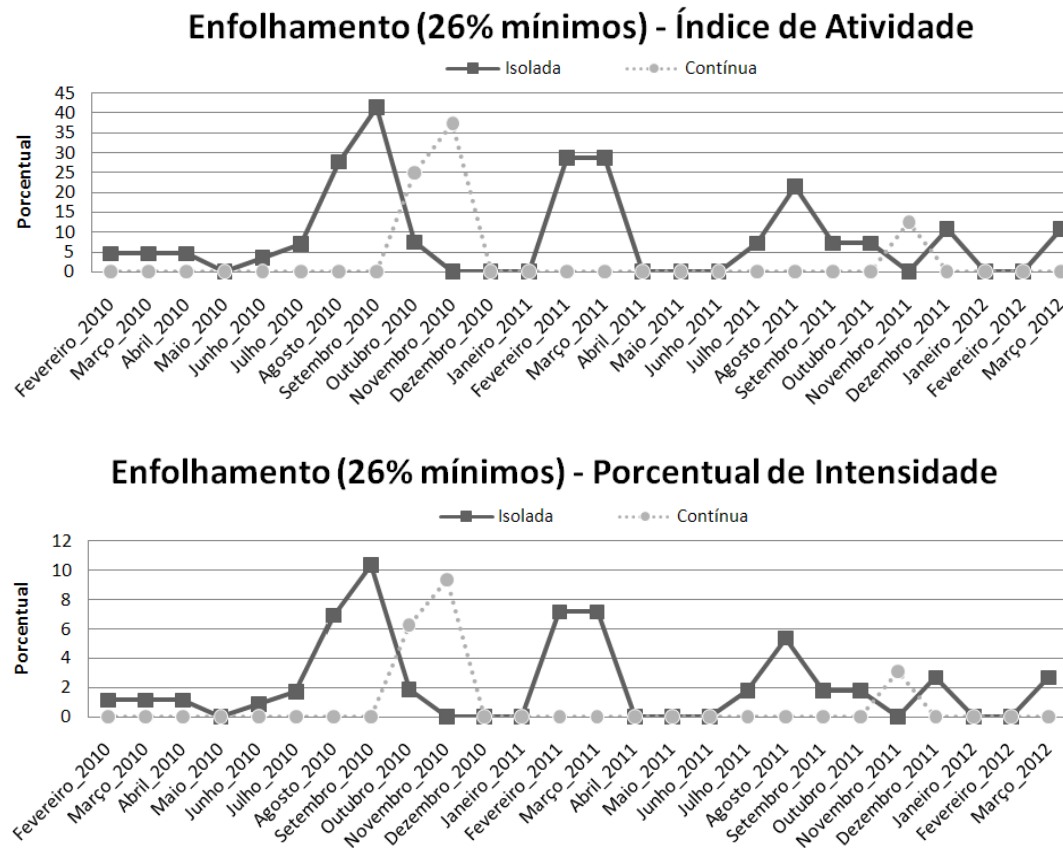


Figura 7 Índice de atividade e intensidade da fenofase “enfolhamento \geq 26%” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

As fenofases botão floral e inflorescência ocorreram em todos os indivíduos em ambas as condições analisadas. Um pequeno aumento na intensidade do evento botão floral ocorreu em julho de 2010, na condição isolada, quando comparados os dois índices, atividade e intensidade. Na condição contínua, não foram observadas diferenças entre os índices utilizados. Entre os anos de avaliação, as diferenças não foram acentuadas para o evento botão floral, entretanto não chega a ocorrer sincronia entre os anos (Tabela 1, Gráfico 3). Uma pequena diferença na intensidade deste evento foi encontrada entre as condições isolada e contínua, fato também corroborado pela falta de sincronia entre condições (Tabela 1, Gráfico 3).

O período comum aos anos do botão floral compreendeu os meses de julho a outubro na condição isolada e, de agosto e outubro (período bimodal) na condição contínua. Sincronia na população ($\geq 60\%$ de atividade representando os picos do evento) foi observada apenas para a condição isolada (Figura 8), a não sazonalidade do primeiro ano deste evento na condição contínua, também, foi encontrada para esta fenofase (Tabela 1, Gráfico 3).

A duração média do evento botão floral foi de 6 e 3 meses e o intervalo entre eventos de 5 e 8 meses nas condições isolada e contínua, respectivamente, caracterizando-se em um evento anual, porém com um mês de antecipação do evento para o segundo ano de ocorrência (Figura 8).

Um pequeno aumento na intensidade da fenofase inflorescência ocorreu em setembro de 2011, na condição isolada, comparando-se os dois índices, atividade e intensidade, enquanto que na condição contínua diferenças não foram observadas. O período de ocorrência do evento inflorescência comum aos anos compreendeu os meses de agosto a dezembro nas condições analisadas (Figura 9).

Diferenças entre os anos não foram amplas para os períodos de maior atividade do evento inflorescência, entretanto uma pequena diferença foi

encontrada quanto à duração média e quanto aos intervalos entre eventos: de 6 e 3 meses e o intervalo de 4 e 8 meses nas condições isolada e contínua, respectivamente. Portanto, a fenofase inflorescência caracterizou-se como um evento anual, porém com um mês de antecipação desse evento para o segundo ano de ocorrência e redução em um mês do período total do evento na condição isolada. Em contraste, na condição contínua, este evento terminou um mês mais tarde no segundo ano.

A sincronia populacional (picos de atividade do evento) da fenofase inflorescência foi observada apenas para a condição isolada (Figura 9), corroborada pela não sincronia do evento entre os anos e/ou condições apesar da sazonalidade apresentada tanto em condição isolada como em condição contínua (Tabela 1, Gráfico 3). A fenofase botão floral levou em média 1 mês para apresentação da antese floral, nas duas condições. Notou-se, também, uma relação entre o início do evento reprodutivo e a fenofase enfolhamento, que ocorria de forma mais intensa (melhor visualizado para o enfolhamento de 26% mínimos), em face ao desenvolvimento das gemas reprodutivas estarem, também, acompanhadas de brotamento de ramos novos.

Quando analisado os eventos de florescimento em conjunto, a fenofase floração, os padrões observados se repetem, entretanto na condição contínua os indivíduos apresentam sincronia populacional de florescimento (Figura 10), ou seja, picos de atividade do evento $\geq 60\%$. Não houve sincronia desta fenofase entre anos e/ou entre condições apesar da sazonalidade observada para ambas as condições contínua e isolada (Tabela 1, Gráfico 3). O período comum aos anos compreendeu os meses de julho a dezembro na condição isolada e, de agosto e outubro (evento bimodal) na condição contínua.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Lopes, Ferreira e Brandão (1996) e Pirani et al. (1994) em Minas Gerais, nos quais a mesma espécie apresentou o mesmo período da fenofase inflorescência: agosto a

dezembro e, contrários aos de Milanesi (2008), que relatou os eventos de botão floral ocorrendo entre os meses de janeiro e março e, de inflorescência entre fevereiro e março, no litoral norte do Rio Grande do Sul.

Ressalta-se, ainda, a antecipação em um mês para este evento, em ambas as condições, em relação ao segundo ano, o que pode indicar um padrão de floração subanual intercalados entre os períodos de floração principal. Indicações de floração subanual, também, foram encontradas para a espécie em Milanesi (2008) e Rossoni (2003).

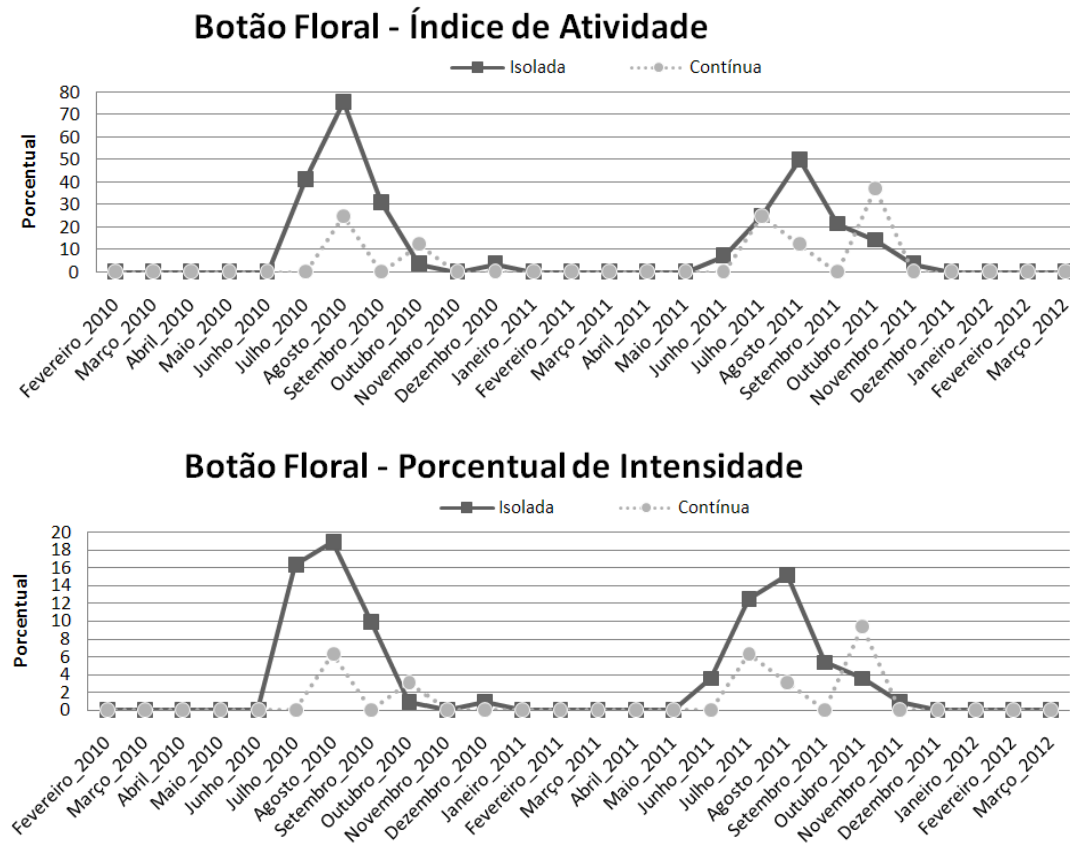


Figura 8 Índice de atividade e intensidade da fenofase “botão floral” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

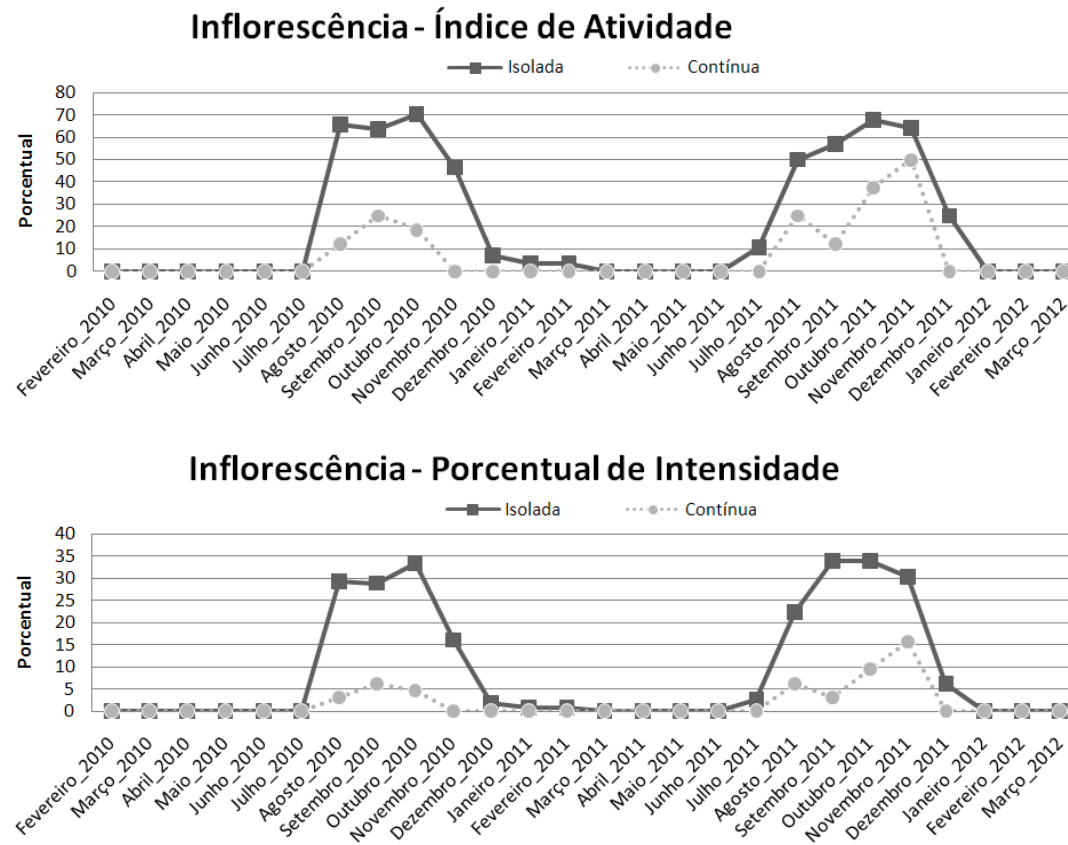


Figura 9 Índice de atividade e intensidade da fenofase “inflorescência” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

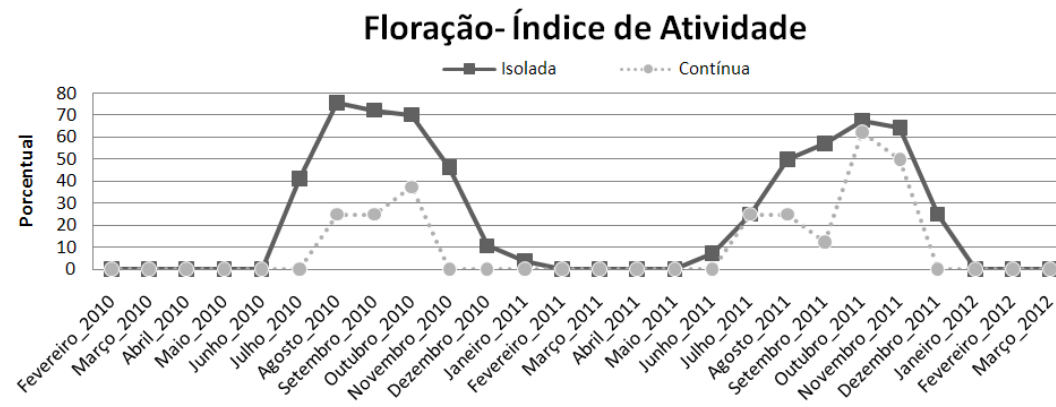


Figura 10 Índice de atividade das fenofases “floração” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

A fenofase fruto imaturo esteve presente em 54,55% e 90% dos indivíduos em condição contínua e isolada, respectivamente, e a fenofase fruto maduro ocorreu em 45,45% e 63,33% dos indivíduos das condições contínua e isolada, respectivamente. Quando os dois índices, atividade e intensidade, são comparados, um pequeno aumento na intensidade da fenofase fruto imaturo ocorreu em julho de 2010, na condição isolada, e em março, na condição contínua. O período de ocorrência do evento comum aos anos compreendeu os meses de março a setembro na condição contínua, enquanto na condição isolada o evento esteve presente durante todo o período (Figura 11).

Não houve diferença entre os anos para o período de maior atividade do evento fruto imaturo na população. Fato, também, observado pela sazonalidade e sincronia entre os anos deste evento (Tabela 1, Gráfico 3). A duração média, considerando uma porcentagem de atividade mínima de 40% na condição isolada, foi de 6 e 8 meses e o intervalo de 13 e 10 meses nas condições isolada e contínua, respectivamente, caracterizando-se em um evento supra anual. A sincronia populacional (picos do evento) foi observada em ambas as condições, nos dois anos avaliados em condição isolada e apenas no primeiro ano em condição contínua (Figura 11). Embora não tenha ocorrido a sincronia destes períodos sazonais entre as condições, em nenhum dos dois anos avaliados (Tabela 1, Gráfico 3).

Após dois meses de ocorrência da fenofase inflorescência e ao longo de, aproximadamente, um ano, os frutos se desenvolveram gradativamente, levando a sobreposição de eventos de frutificação.

Notou-se, também, uma relação inversa entre as fenofases inflorescência e fruto imaturo, onde a proporção de frutos imaturos decai e ao mesmo tempo se sobrepõe no próximo período de florescimento, na primeira ocorrência deste evento. No segundo ano, essa relação passa a ser positiva, ocorrendo dois meses após a observação dos eventos de florescimento em ambas as condições.

Entretanto, essa relação foi mais acentuada nos indivíduos presentes na condição contínua.

Quando os dois índices, atividade e intensidade, são comparados, houve semelhança para a fenofase fruto maduro. Apenas um pequeno período de menor intensidade da fenofase ocorreu em março de 2010, na condição contínua. Diferenças entre os anos de avaliação foram encontrados para esta fenofase, que ocorreu apenas e em maior proporção em 2010, nas condições, contínua e isolada, respectivamente (Figura 12).

Este fato se reflete na falta de sazonalidade do segundo ano do evento em condição contínua e, conseqüentemente, a falta de sincronia entre os anos nesta condição (Tabela 1, Gráfico 3). Ocorreu sazonalidade nos dois anos da condição isolada, porém não se mostrou sincrônica, estatisticamente, entre os anos (Tabela 1, Gráfico 3).

A duração média do fruto maduro, considerando uma porcentagem de atividade mínima de 15% na condição isolada, foi de 2 meses e o intervalo de 20 meses caracterizando-se em um evento supra anual. Na condição contínua o evento no primeiro ano teve duração de pelo menos 9 meses e, a ausência de um segundo evento da fenofase, dentro do período analisado, indica intervalos iguais ou maiores que 17 meses entre eventos, aprovando a característica supra anual deste evento. O período de ocorrência do evento comum aos anos compreendeu os meses de fevereiro e março na condição isolada, enquanto na condição contínua o evento esteve presente apenas no primeiro ano: de fevereiro a outubro (Figura 12).

A sobreposição das fenofases fruto imaturo e fruto maduro, também, foi encontrada para a espécie por Milanesi (2008) e Rossoni (2003). Este último destaca esta sobreposição como uma indicação de padrão de floração subanual, corroborando com padrão encontrado para o florescimento de *O. odorifera* no presente estudo.

A sincronia populacional (picos da atividade) da fenofase fruto maduro foi observada apenas no primeiro ano da condição isolada (Figura 12). Ocorreu sazonalidade e a sincronia destes períodos sazonais no primeiro ano do evento entre as condições, isolada e contínua, (Tabela 1, Gráfico 3). E ocorre sazonalidade na condição isolada no segundo ano, mas ausência de sincronia entre as condições, reflexo da ausência da fenofase na condição contínua no segundo ano (Tabela 1, Gráfico 3). Notou-se que, na condição isolada, ocorreu baixa ou nenhuma ruptura na produção de frutos maduros e imaturos, respectivamente.

Após dois meses de ocorrência da fenofase inflorescência e ao longo de aproximadamente um ano, os frutos se desenvolveram gradativamente, levando a sobreposição de eventos de frutificação.

Há uma forte relação entre a época de produção de frutos, seu tipo (se seco ou carnosos) e a síndrome de dispersão das espécies (FRANKIE; BAKER; OPLER, 1994). A falta de um padrão fenológico bem definido no ano para eventos reprodutivos pode indicar, também, a relação da espécie com polinizadores e/ou dispersores generalistas (NEWSTRON; FRANKIE; BAKER, 1994), que em períodos de ausência do evento se utilizariam de recursos provenientes de outra espécie. Em semelhança à espécie de estudo, *Alchornea sidifolia* com frutos secos e sementes dispersas por animais que apresenta frutificação ocorrendo durante praticamente o ano inteiro (FERRAZ et al., 1999).

Aliado ao fato da menor amplitude de duração do primeiro evento de floração, o qual não foi seguido por um aumento conjugado na produção de frutos, o padrão supra anual de frutificação indica que o primeiro evento observado, tanto para o florescimento quanto para a ocorrência de frutos imaturos, refere-se a eventos que se intercalam com o evento principal de padrão supra-anual. Segundo Janzen (1967), esta seria uma estratégia evolutiva para

manter os polinizadores em espécies com florescimento bianual. Este resultado é, ainda, mais confiável se considerarmos que a população na condição contínua, que apresentou uma maior proeminência destes comportamentos, possivelmente encontra, também, uma maior competição por polinizadores, em relação à condição isolada.

Quando analisados os eventos de frutificação em conjunto, fenofase frutificação, os padrões observados mostraram grande semelhança com as fenofases analisadas em separado, principalmente com fruto imaturo (Figura 13). De modo semelhante ao fruto imaturo ocorreu a sazonalidade e sincronia entre os anos da fenofase frutificação, como também a não sincronia destes períodos sazonais entre as condições, isolada e contínua (Tabela 1, Gráfico 3).

O período comum aos anos, considerando-se os maiores valores de atividade para a condição isolada, compreendeu os meses de fevereiro a setembro para as duas condições, embora em virtude da ocorrência de amadurecimento assíncrono dos frutos estes devem ser encontrados ao longo de todo o ano, contudo em baixa quantidade.

Eventos de floração, frutificação, botão floral, inflorescência, fruto imaturo e fruto maduro apresentaram sazonalidade, porém nem sempre foram sincrônicos entre anos e/ou entre condições quando analisados pelas análises circulares (Tabela 1, Gráfico 3) que auxiliaram a interpretação estatística do padrão observado visualmente nos gráficos dos índices de atividade e de intensidade.

O padrão fenológico encontrado está de acordo com os resultados de Lopes, Ferreira e Brandão (2006) e Pirani et al. (1994) em Minas Gerais, por apresentar o mesmo período da fenofase fruto maduro: maio a julho, entretanto a duração se estendeu além deste período. Os dados, também, foram semelhantes aos de Milanesi (2008), que relatou os eventos de fruto imaturo e maduro ocorrendo entre os meses de setembro a agosto.

A variação regional de eventos reprodutivos também é apontada em Carvalho (2005). Isto pode indicar que a espécie apresenta forte influência de variáveis que se alteram regionalmente, como é o caso das variáveis abióticas. Pode-se inferir que as diferenças encontradas entre os padrões fenológicos das duas condições abordadas no presente estudo também se devam a estas variáveis.

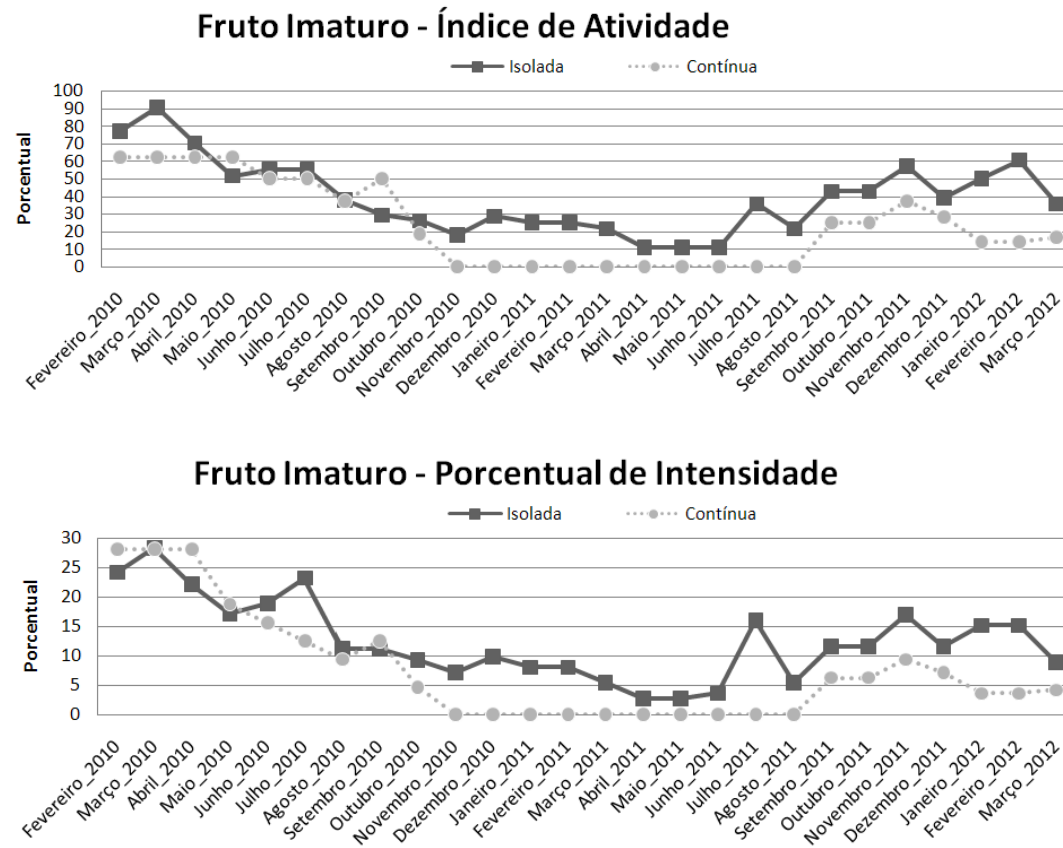


Figura 11 Índice de atividade e intensidade da fenofase “fruto imaturo” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

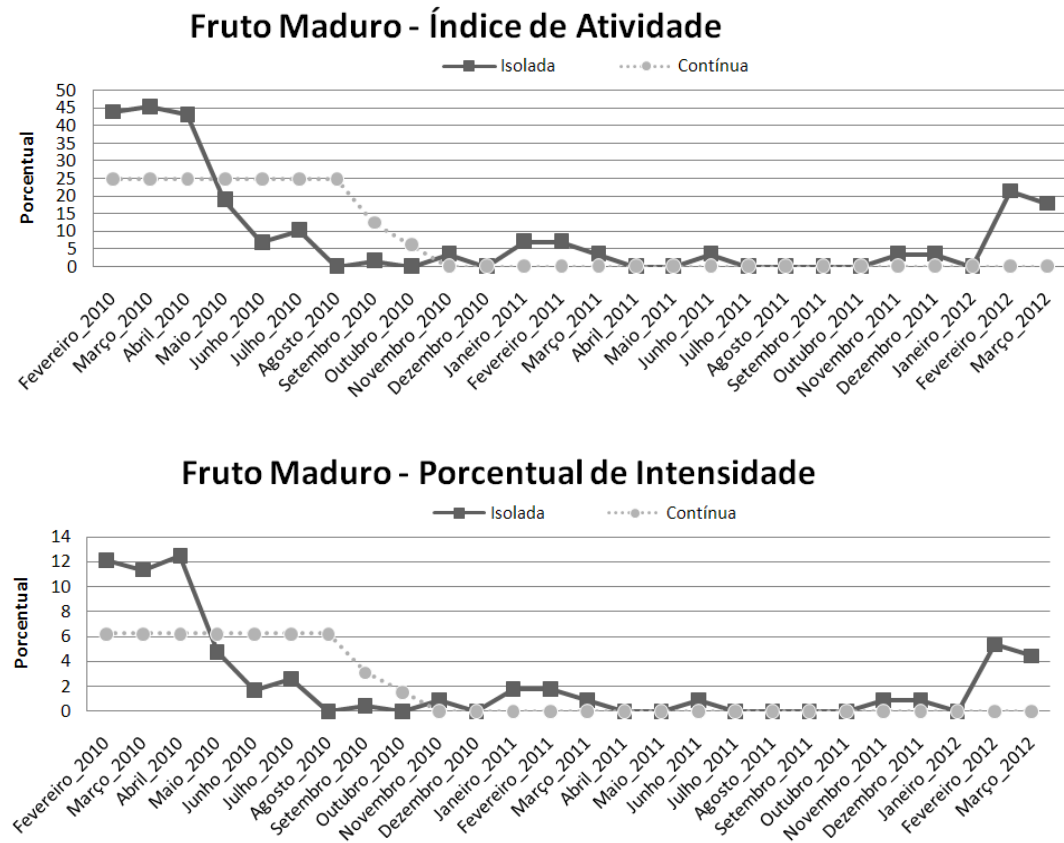


Figura 12 Índice de atividade e intensidade da fenofase “fruto maduro” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*.

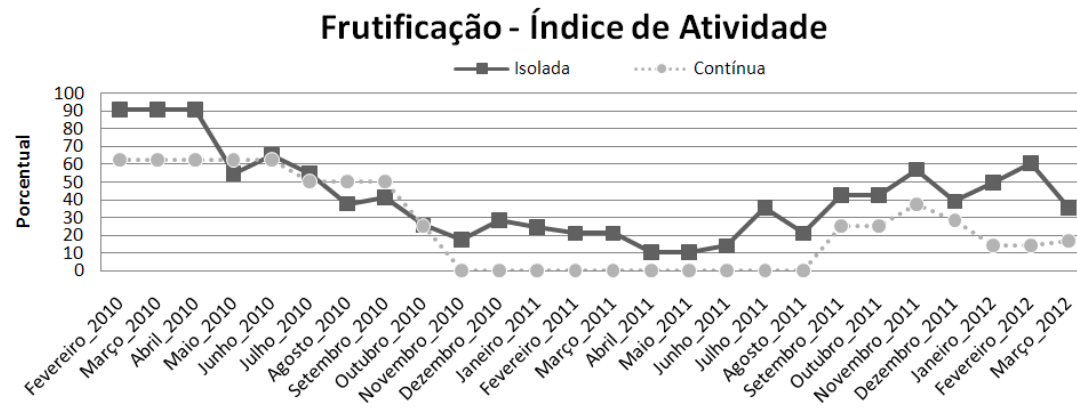


Figura 13 Índice de atividade das fenofases “frutificação” nos indivíduos de *Ocotea odorifera*

Os maiores valores de médias totais em todos os eventos fenológicos reprodutivos, observados, também, pela maior duração de eventos e pela maior porcentagem de indivíduos em atividade na população, foram os dos indivíduos pertencentes à condição isolada, com exceção da atividade do evento botão floral e da atividade e intensidade da fenofase fruto maduro, que não se mostraram diferentes, estatisticamente, entre as condições (Gráfico 2).

A maior incidência de luz solar causada pela fragmentação pode relacionar-se com maior produção de apêndices relacionados à reprodução em condição isolada, porém, a viabilidade dos frutos deve ser reduzida pela fragmentação, uma vez que mesmo com a alta produção de frutos imaturos, são poucos aqueles que chegaram à fase de amadurecimento.

Observaram-se, na condição isolada, muitos frutos que, antes mesmo da maturação, apresentavam-se em deterioração, ressecados e ociosos por dentro e ainda ligados à cúpula e, quando apertados, despedaçavam-se facilmente demonstrando que a semente em seu interior havia sido consumida, provavelmente por insetos. Infestações de sementes de *O. odorifera* por insetos, também, foram relatadas por Carvalho (2005). Entre os eventos vegetativos não foram observadas diferenças estatísticas (Gráfico 2).

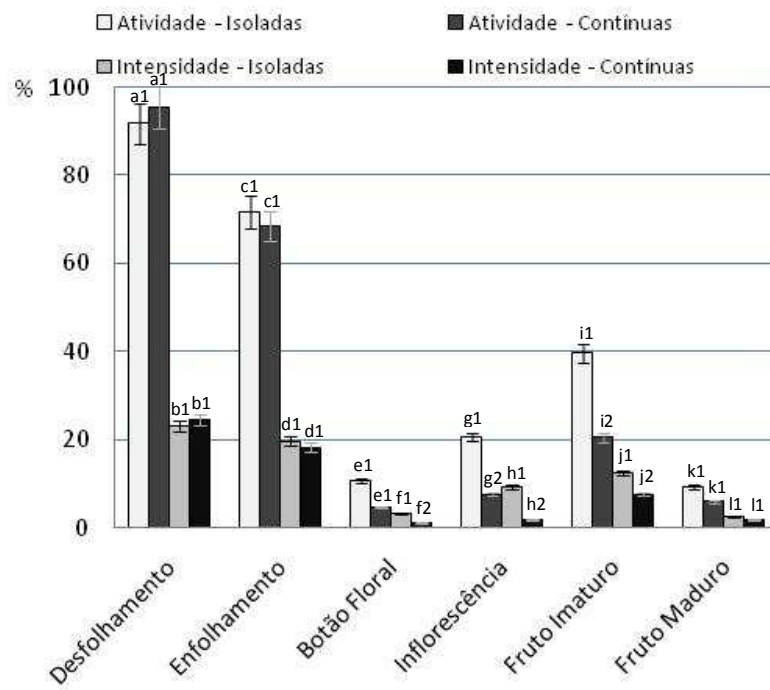


Gráfico 2 Médias totais das fenofases de *Ocotea odorifera*. Barra de erro de 5%. Letras seguidas de números diferentes indicam diferenças estatísticas entre as condições, isolada e contínua

Tabela 1 Resultados das análises estatísticas circulares dos eventos fenológicos de *Ocotea odorifera* referentes aos eventos de 2010-2011 (I) e 2011-2012 (II), com valores de probabilidade (p) para um intervalo de confiança de 95% (...continua...)

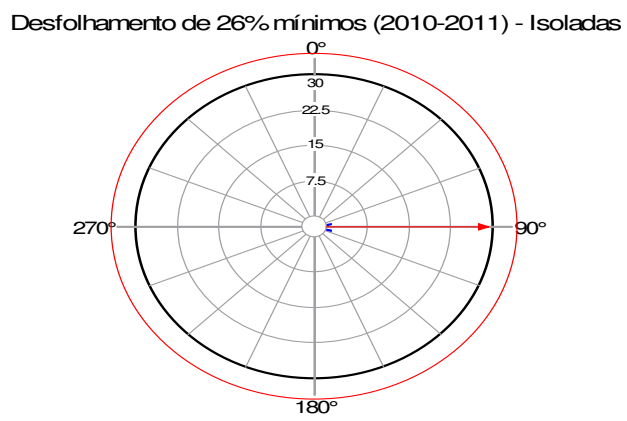
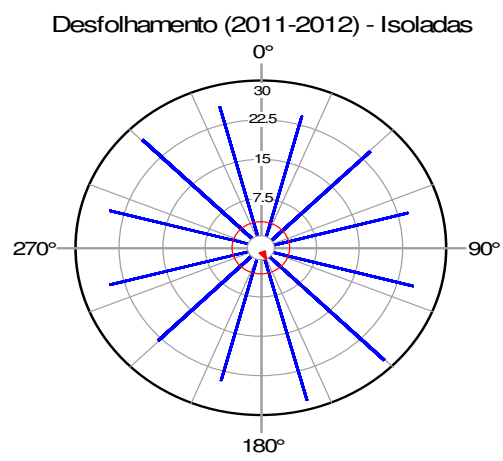
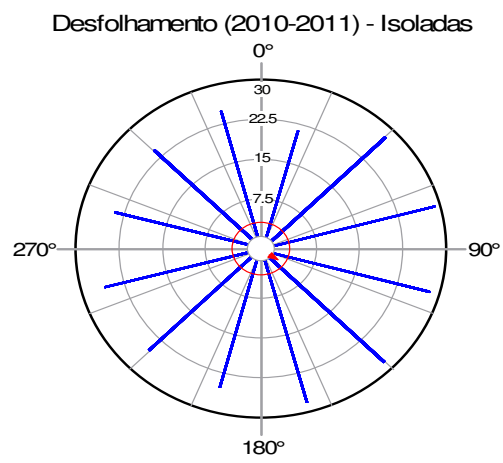
Fenofases	Isoladas		Sincronia entre os anos (F)
	Sazonalidade	Data Média	
Desfolhamento (I)	ns	-	-
Desfolhamento (II)	ns	-	-
Desfolhamento >25% (I)	ns	-	-
Desfolhamento >25% (II)	ns	-	-
Enfolhamento (I)	ns	-	-
Enfolhamento (II)	ns	-	-
Enfolhamento >25% (I)	$p < 0.01$	5/set	-
Enfolhamento >25% (II)	ns	-	-
Botão Floral (I)	$p < 0.01$	1/set	ns
Botão Floral (II)	$p < 0.01$	5/set	ns
Inflorescência (I)	$p < 0.01$	15/out	ns
Inflorescência (II)	$p < 0.01$	23/out	ns
Floração (I)	$p < 0.01$	3/out	ns
Floração (II)	$p < 0.01$	17/out	ns
Fruto Imaturo (I)	$p < 0.01$	27/jun	$p < 0.0001$
Fruto Imaturo (II)	$p < 0.01$	22/dez	$p < 0.0001$
Fruto Maduro (I)	$p < 0.01$	12/mai	$p = 0.0013$
Fruto Maduro (II)	$p < 0.01$	8/mar	$p = 0.0013$
Frutificação (I)	$p < 0.01$	26/jun	$p < 0.0001$
Frutificação (II)	$p < 0.01$	22/dez	$p < 0.0001$

Tabela 1, continua

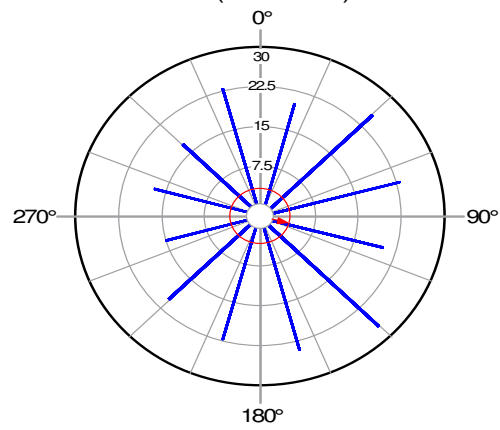
Fenofases	Contínuas		Sincronia entre os anos (<i>F</i>)
	Sazonalidade	Data Média	
Desfolhamento (I)	ns	-	-
Desfolhamento (II)	ns	-	-
Desfolhamento >25% (I)	ns	-	-
Desfolhamento >25% (II)	ns	-	-
Enfolhamento (I)	ns	-	-
Enfolhamento (II)	p = 0.05	10/set	-
Enfolhamento >25% (I)	p < 0.01	18/nov	-
Enfolhamento >25% (II)	ns	-	-
Botão Floral (I)	ns	-	-
Botão Floral (II)	p < 0.05	22/set	-
Inflorescência (I)	p < 0.01	6/out	ns
Inflorescência (II)	p < 0.01	29/out	ns
Floração (I)	p < 0.01	5/out	ns
Floração (II)	p < 0.01	18/out	ns
Fruto Imaturo (I)	p < 0.01	13/jul	p < 0.0001
Fruto Imaturo (II)	p < 0.01	8/dez	p < 0.0001
Fruto Maduro (I)	p < 0.05	16/jul	-
Fruto Maduro (II)	ns	-	-
Frutificação (I)	p < 0.01	16/jul	p < 0.0001
Frutificação (II)	p < 0.01	8/dez	p < 0.0001

Tabela 1, conclusão

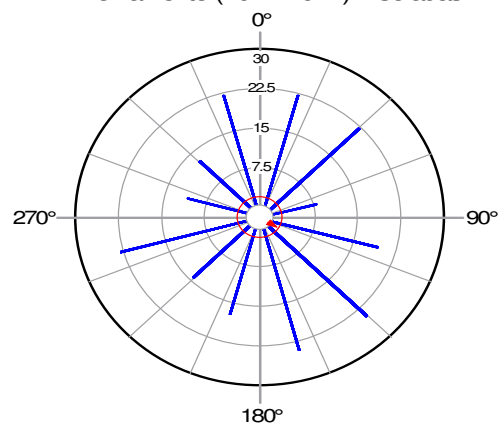
Fenofases	Sincronia entre as condições (<i>F</i>)
Desfolhamento (I)	-
Desfolhamento (II)	-
Desfolhamento >25% (I)	-
Desfolhamento >25% (II)	-
Enfolhamento (I)	-
Enfolhamento (II)	-
Enfolhamento >25% (I)	p = 0.0036
Enfolhamento >25% (II)	-
Botão Floral (I)	ns
Botão Floral (II)	ns
Inflorescência (I)	ns
Inflorescência (II)	ns
Floração (I)	ns
Floração (II)	ns
Fruto Imaturo (I)	ns
Fruto Imaturo (II)	ns
Fruto Maduro (I)	p = 0.0084
Fruto Maduro (II)	-
Frutificação (I)	ns
Frutificação (II)	ns



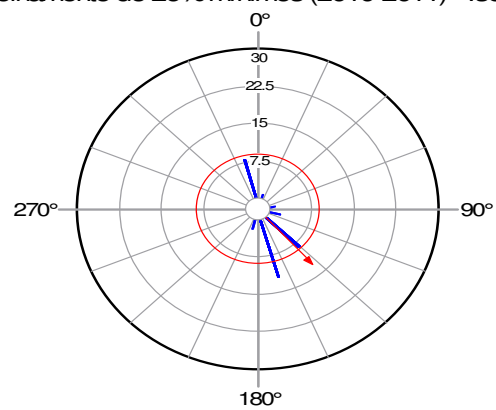
Enfolhamento (2010-2011) - Isoladas



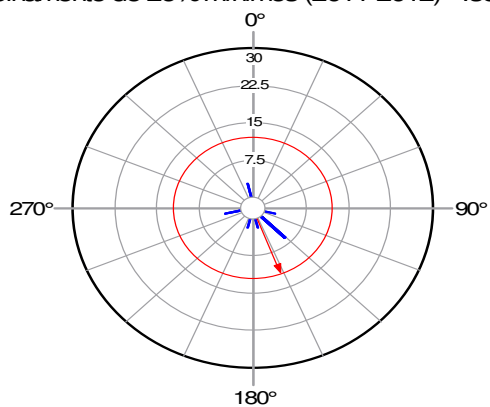
Enfolhamento (2011-2012) - Isoladas



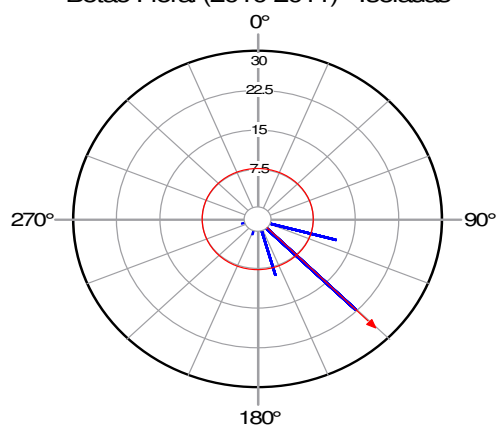
Enfolhamento de 26% mínimos (2010-2011) - Isoladas



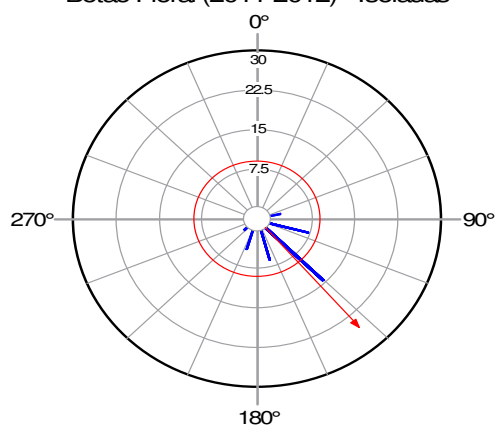
Enfolhamento de 26% mínimos (2011-2012) - Isoladas



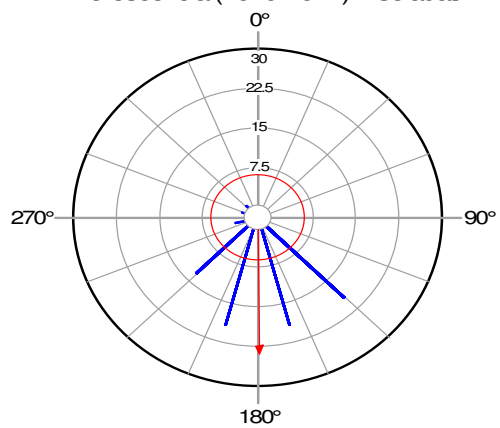
Botão Floral (2010-2011) - Isoladas



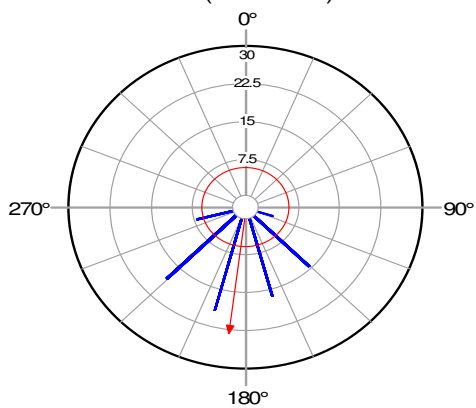
Botão Floral (2011-2012) - Isoladas



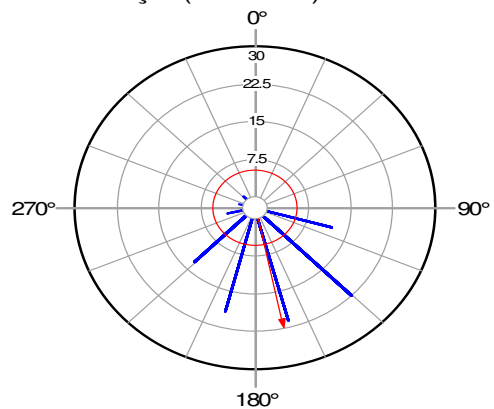
Inflorescência (2010-2011) - Isoladas



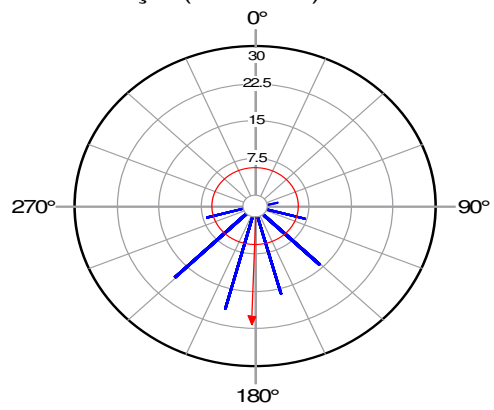
Inflorescência (2011-2012) - Isoladas



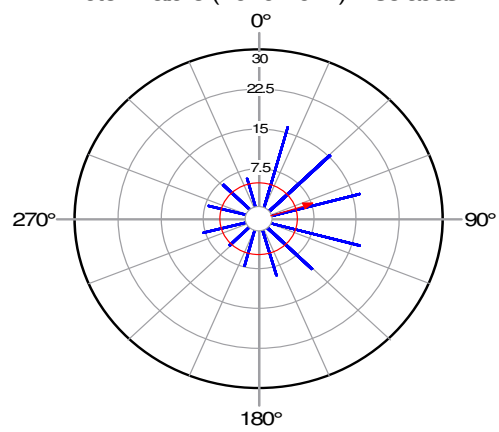
Floração (2010-2011) - Isoladas



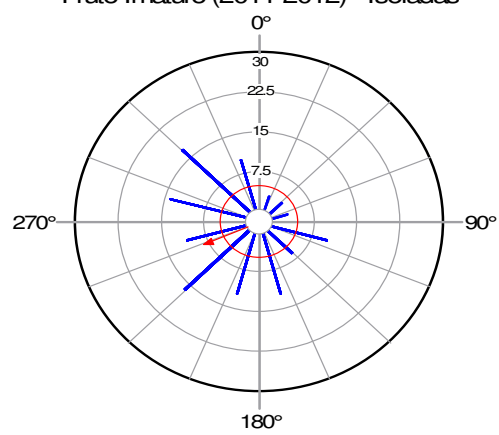
Floração (2011-2012) - Isoladas



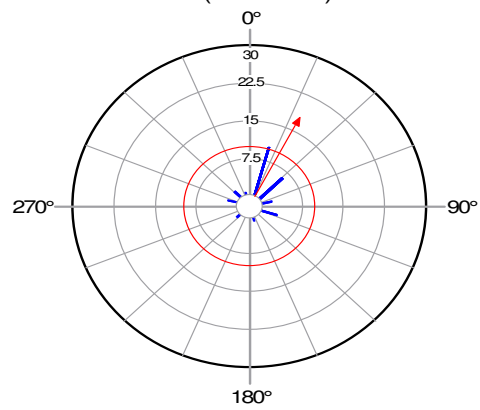
Fruto Imaturo (2010-2011) - Isoladas



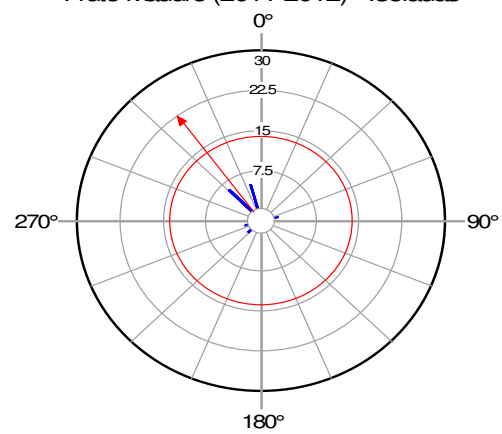
Fruto Imaturo (2011-2012) - Isoladas



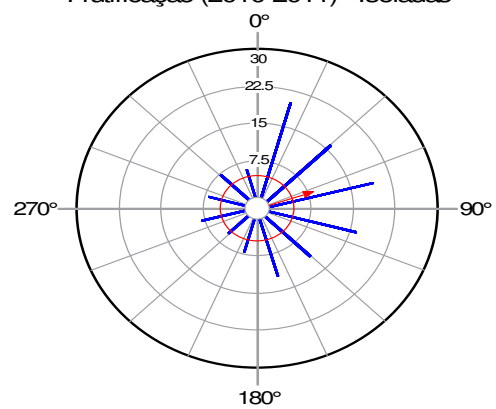
Fruto Maduro (2010-2011) - Isoladas



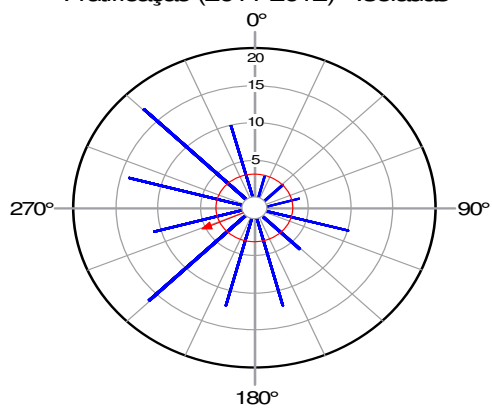
Fruto Maduro (2011-2012) - Isoladas



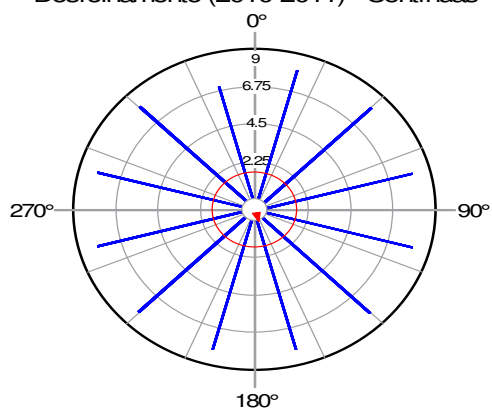
Frutificação (2010-2011) - Isoladas



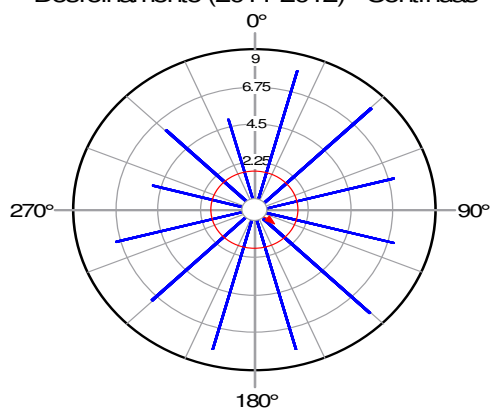
Frutificação (2011-2012) - Isoladas



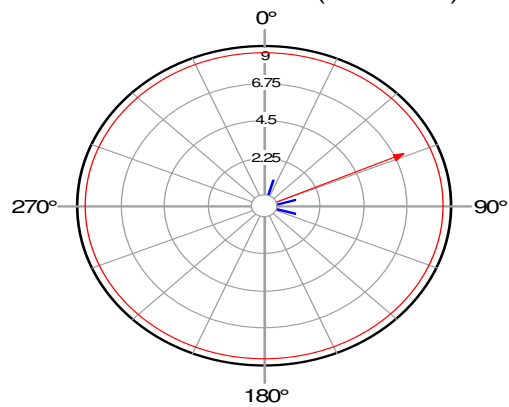
Desfolhamento (2010-2011) - Contínuas



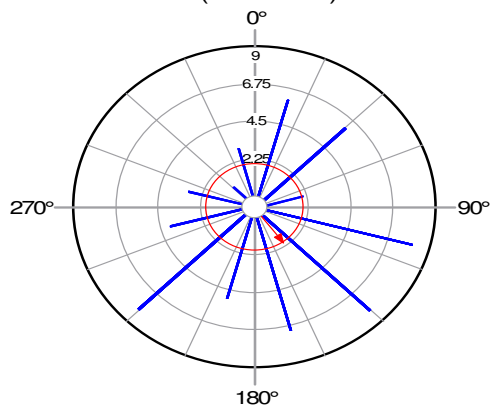
Desfolhamento (2011-2012) - Contínuas



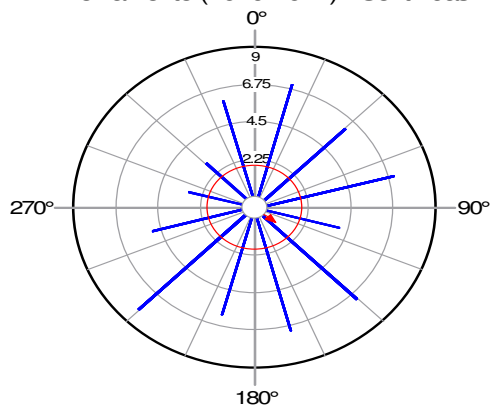
Desfolhamento de 26% mínimos (2010-2011) - Contínuas



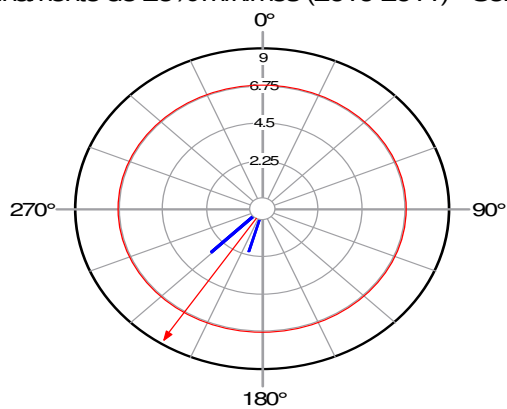
Enfolhamento (2011-2012) - Contínuas



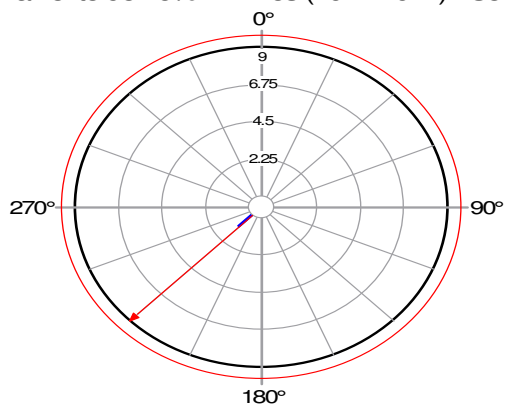
Enfolhamento (2010-2011) - Contínuas



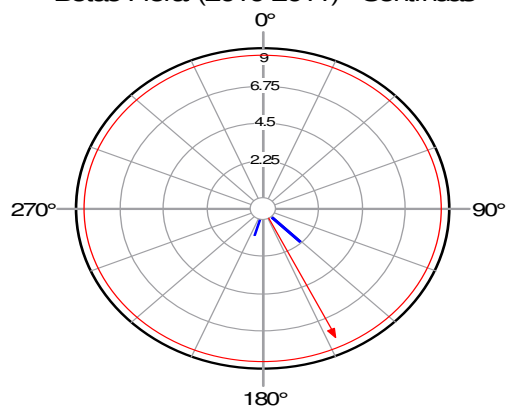
Enfolhamento de 26% mínimos (2010-2011) - Contínuas



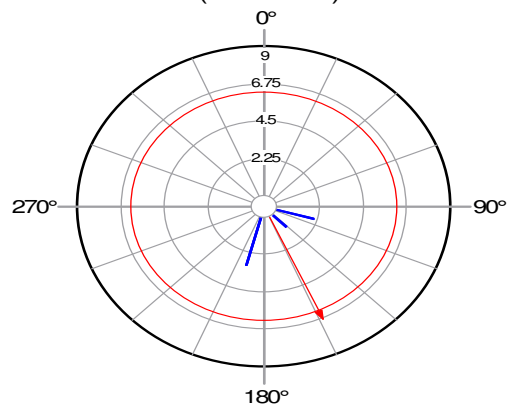
Enfolhamento de 26% mínimos (2011-2012) - Contínuas



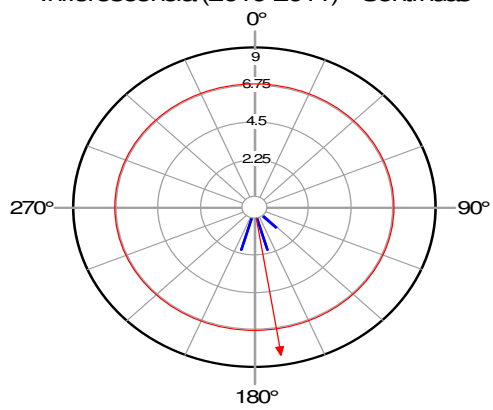
Botão Floral (2010-2011) - Contínuas



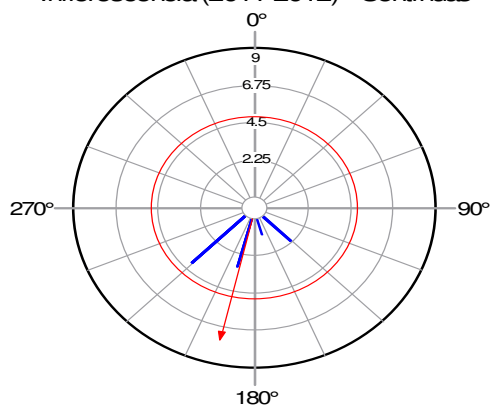
Botão Floral (2011-2012) - Contínuas

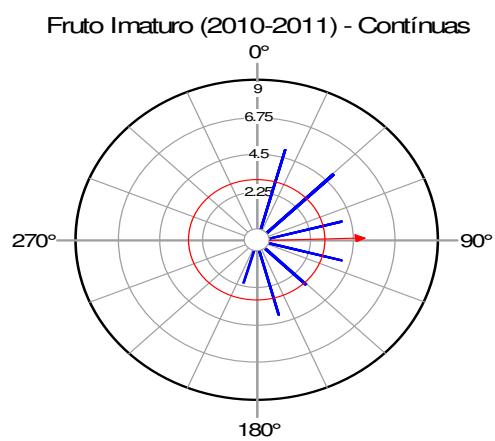
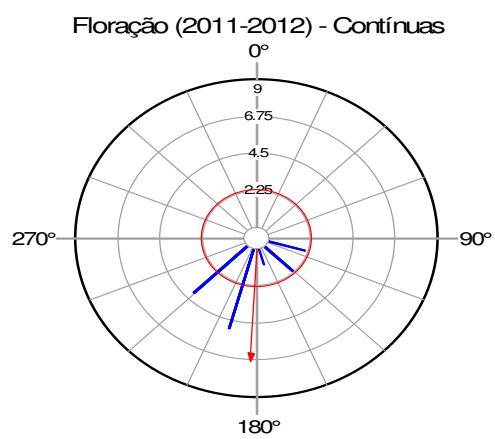
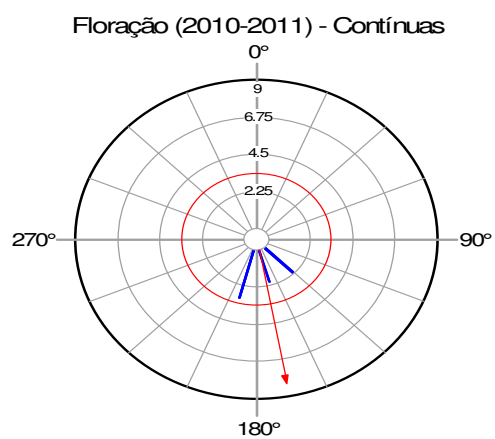


Inflorescência (2010-2011) - Contínuas

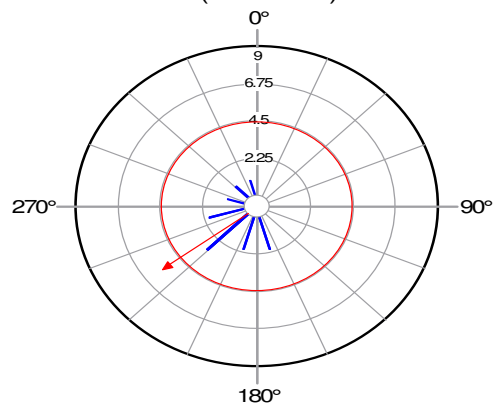


Inflorescência (2011-2012) - Contínuas

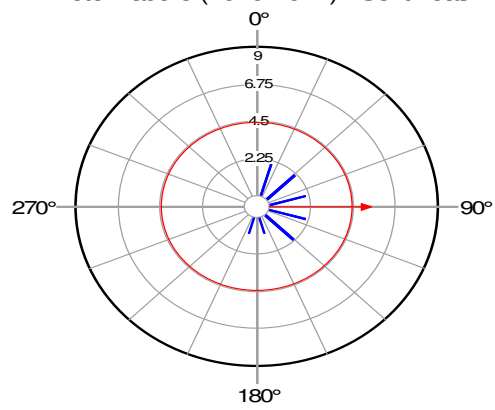




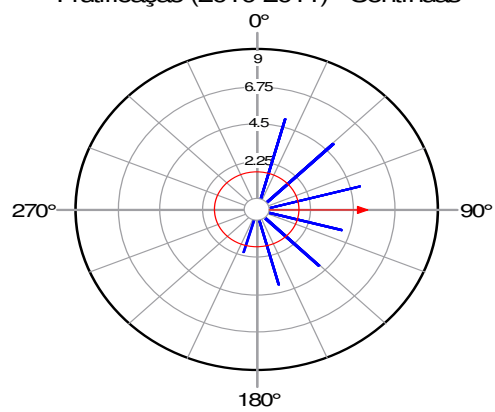
Fruto Imaturo (2011-2012) - Contínuas



Fruto Maduro (2010-2011) - Contínuas



Frutificação (2010-2011) - Contínuas



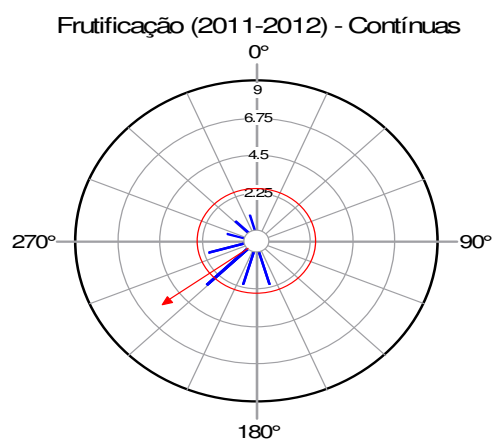


Gráfico 3 Histogramas circulares de frequência de eventos fenológicos em *Ocotea odorifera*. Círculo em vermelho representa o intervalo de confiança (95%) para a significância do teste de Rayleigh (z) quando ultrapassadas pelo vetor médio, seta em vermelho.

De modo geral as duas condições apresentaram curvas oscilando de modo semelhante, resultados comprovados pelos valores significativos para a correlação canônica de todas as fenofases entre condições, com exceção da atividade da fenofase desfolhamento, como mencionado acima. Fato também corroborado pela análise discriminante dos índices de intensidade (Gráfico 4) e atividade (Gráfico 5), estatisticamente não diferentes quando as fenofases foram comparadas em conjunto, pelo teste de Hotelling, $p = 0.99$ para ambos os índices.

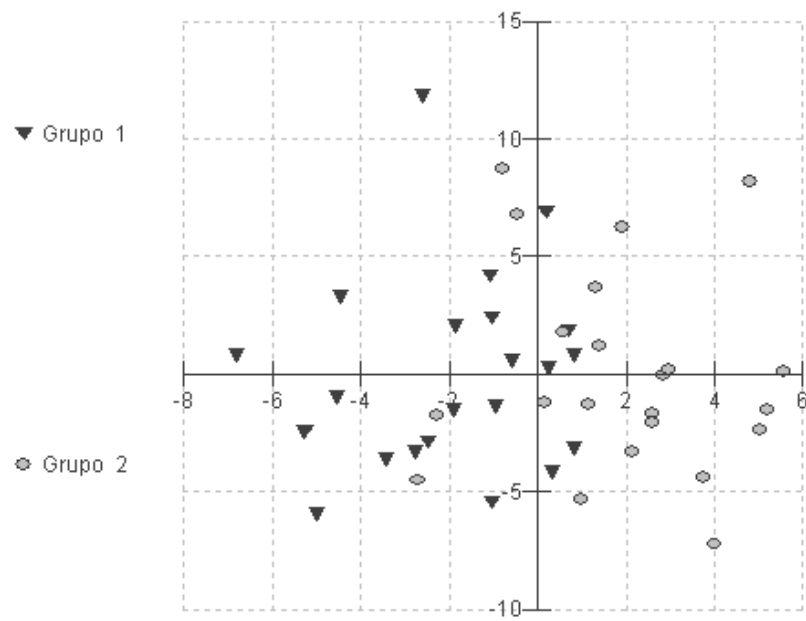


Gráfico 4 Análise discriminante para os valores do índice de intensidade. Grupo 1 refere-se a valores obtidos na condição isolada e Grupo 2 na condição contínua

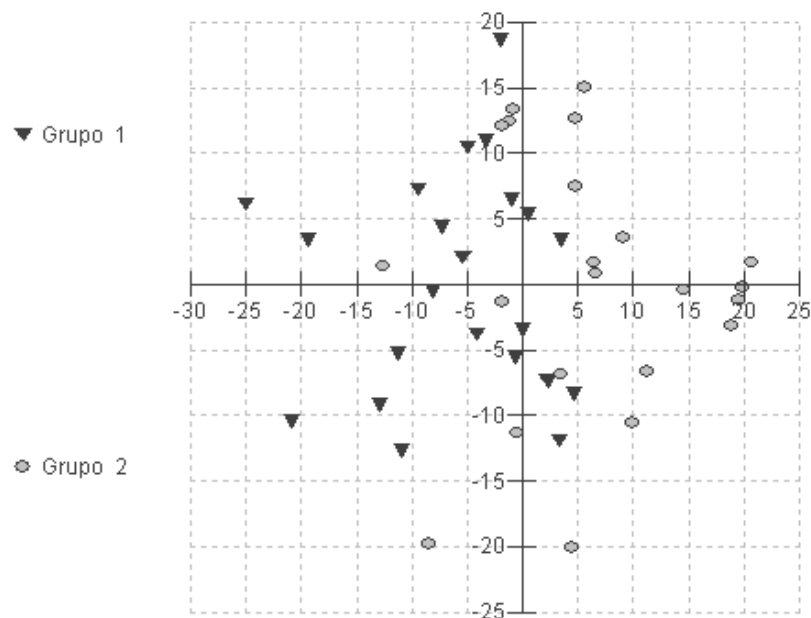


Gráfico 5 Análise discriminante para os valores do índice de atividade. Grupo 1 refere-se a valores obtidos na condição isolada e Grupo 2 na condição contínua

4.4 Teste de Mantel

O teste de Mantel foi aplicado aos eventos reprodutivos que apresentaram sincronia de atividade na população (atividade $\geq 60\%$): botão floral, inflorescência e fruto imaturo na condição isolada e fruto imaturo na condição contínua.

A distância média encontrada para indivíduos sincrônicos e assincrônicos e os seus valores de correlação foram, respectivamente, 41,63 e 33,16 m para a fenofase fruto imaturo (0,2014; $p = 0,3041$) da condição contínua; e, para a condição isolada 264,62 e 418,71 m para a fenofase botão floral (-0,1848; $p = 0,0002$); 259,42 e 372,6 metros para inflorescência (-0,126; $p = 0,0119$) e 334,28 e 204,71 metros para fruto imaturo (0,0747; $p = 0,1348$).

Os resultados indicam, embora os valores dos coeficientes de correlação tenham sido baixos, que quanto menor a distância entre os indivíduos maior a ocorrência de sincronia populacional para os eventos de floração, botão floral e inflorescência. O contrário foi observado para o evento fruto imaturo, quanto maior a distância entre os indivíduos com esta fenofase maior foi a ocorrência de sincronia entre eles, indicando que a espécie possui um mecanismo de aborto e/ou de auto-incompatibilidade entre indivíduos próximos. Sugerem, também, que o isolamento dos indivíduos não prejudicou os polinizadores de *O. odorifera* na condição isolada, que devem possuir grandes distâncias de voo e alcançar mesmo os indivíduos mais distantes da população. Segundo Arruda e Sazima (1996), a polinização de *O. odorifera* é realizada por abelhas e pequenos insetos, como os sirífídeos.

Segundo Fuchs, Lobo e Quesada (2003), a sincronia do florescimento em espécies arbóreas tem sido proposta como um fator adicional no controle da produção de frutos e na regulação dos níveis de reprodução cruzada, minimizando os níveis de endogamia nas progênes.

A sincronia encontrada na floração de *O. odorifera* aumenta a probabilidade de que as sementes produzidas sejam viáveis por receberem um número de doadores de pólen provavelmente maior. Enquanto que árvores com florescimento assincrônico devem apresentar uma redução no sucesso reprodutivo similar à redução experimentada por árvores que se encontram em fragmentos isolados (FUCHS; LOBO; QUESADA, 2003). Entretanto, os resultados mostraram-se semelhantes para as condições, contínua e isolada, indicando que, apesar da ausência de sincronia dos eventos de floração na condição contínua, a espécie deve apresentar mecanismos para evitar a endogamia.

4.5 Correlação com variáveis climáticas

Nos trópicos, fatores climáticos estão frequentemente associados com a sazonalidade dos eventos fenológicos das plantas (EÇA-NEVES; MORELLATO, 2004). Na maioria das vezes, esses fenômenos estão relacionados com a precipitação (MACHADO; BARROS; SAMPAIO, 1997), fotoperíodo (BORCHERT et al., 2005) e temperatura (NUNES et al., 2008). Variáveis climáticas utilizadas para a correlação demonstram o padrão sazonal de Lavras (Gráfico 6, 7 e 8). O mês de julho é o mais frio e seco do ano, dezembro e janeiro são os meses de maior precipitação e em fevereiro ocorre o maior valor para a temperatura média (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

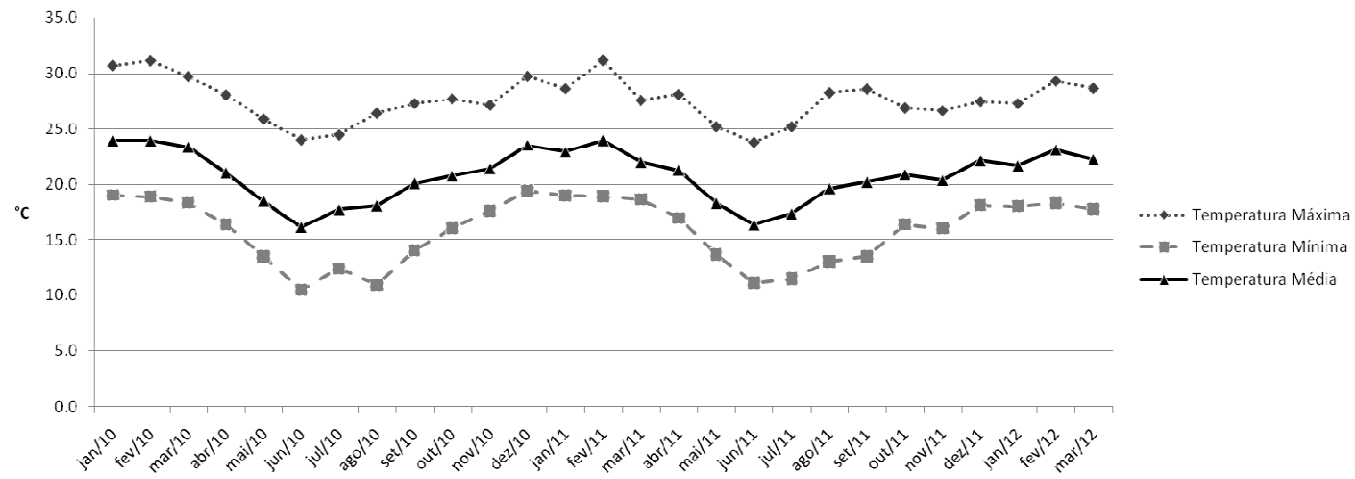


Gráfico 6 Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais da região de Lavras

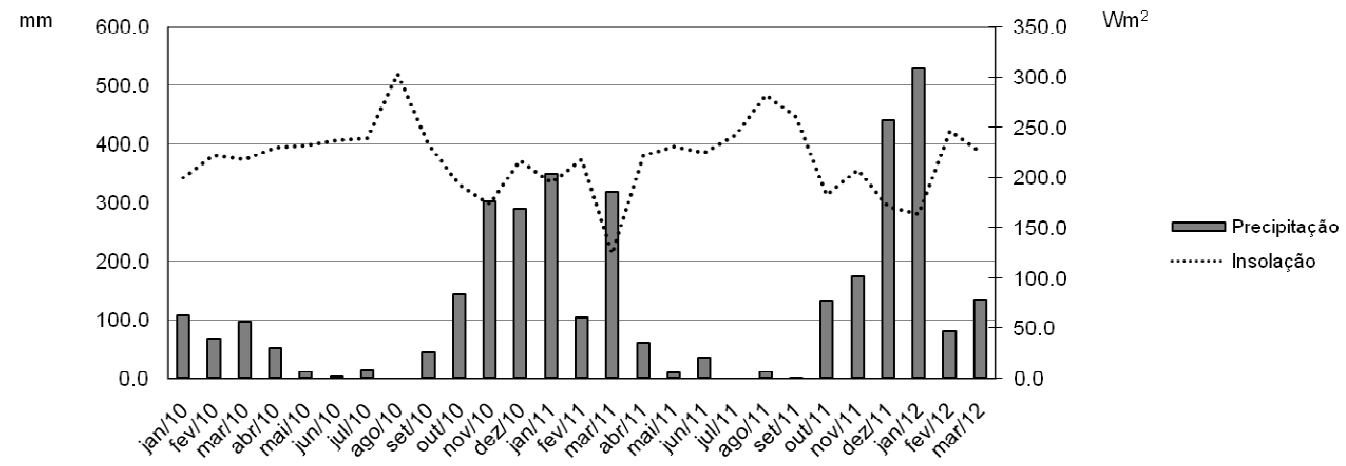


Gráfico 7 Precipitações totais mensais e valores de insolação para a região de Lavras

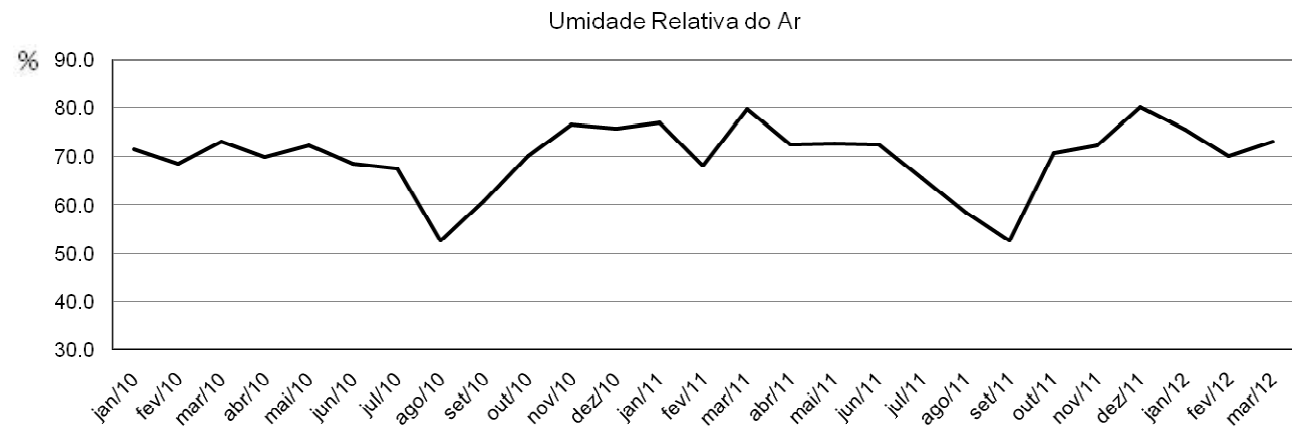


Gráfico 8 Umidade relativa do ar para a região de Lavras

As correlações foram realizadas para o índice de atividade que explica melhor os eventos abióticos (BENCKE; MORELLATO, 2002).

Em fases vegetativas o incremento cumulativo na magnitude da fenofase (em % de indivíduos ou de intensidade) é mais lento e gradual do que nas fenofases reprodutivas, podendo ser detectado mesmo quando as observações de campo são separadas por intervalos de tempo relativamente longos (TALORA; MORELLATO, 2000). *Ocotea odorifera* é considerada perene, com eventos de desfolhamento e enfolhamento pouco variáveis (CARVALHO, 1994).

Neste estudo ocorreu alta correlação entre precipitação ($r_s = -0.6047$; $p = 0.0022$) e insolação ($r_s = 0.7151$; $p = 0.0001$), ambas no mês do evento, para a fenofase desfolhamento, para a condição isolada e, entre umidade relativa ($r_s = -0.4381$; $p = 0.0413$), de dois meses anteriores, em condição contínua. Altas correlações para o enfolhamento foram encontradas com umidade relativa ($r_s = -0.5881$; $p = 0.004$), de dois meses anteriores, na condição contínua e, como dito anteriormente, pode ser um artefato do reflexo da interação desta fenofase com o evento de floração. Correlação com o enfolhamento foram ausentes para a condição isolada.

Segundo Borchert (1980), condições climáticas constantes não existem no mundo, o excesso de evapotranspiração sobre a precipitação deve ser suficiente para sincronizar a queda foliar e, em seguida, o brotamento ou floração. Fato evidenciado pela correlação dos eventos com variáveis de precipitação, insolação e umidade relativa no presente estudo. Isto pode se dever a uma estratégia contra a perda de umidade nos períodos de maior insolação, como ocorre em florestas estacionais. Ambientes que apresentam sazonalidade climática marcada, com uma estação seca bem definida, costumam apresentar desfolha concentrada nesta época do ano (FRANKIE; BAKER; OPLER, 1994; JANZEN, 1967).

Para os eventos reprodutivos de floração, altas correlações foram encontradas para temperatura média mensal ($r_s = -0.8963$; $p < 0.0001$), de dois meses anteriores ao evento, em condição isolada e, para umidade relativa ($r_s = -0.7634$; $p < 0.0001$), de dois meses anteriores ao evento, em condição contínua. Quando analisados separadamente os eventos de floração, isto é, botão floral e inflorescência, as mesmas variáveis, temperatura média mensal de dois meses anteriores ao evento ($r_s = -0.8583$; $p < 0.0001$) em condição isolada e, umidade relativa ($r_s = -0.7804$; $p < 0.0001$) de dois meses anteriores ao evento em condição contínua apresentaram altos valores de correlação com a fenofase inflorescência. Entretanto, a fenofase botão floral apresentou alta correlação com a variável temperatura mínima de um mês anterior ao evento para ambas as condições, isolada ($r_s = -0.8891$; $p < 0.0001$) e contínua ($r_s = -0.6581$; $p = 0.0009$), e alta correlação porém relativamente menor com a temperatura mínima no mês do evento ($r_s = -0.7104$; $p = 0.0001$), apenas na condição isolada.

Para os eventos de frutificação, alta correlação foi encontrada para umidade relativa de dois meses anteriores ($r_s = -0.4699$; $p = 0.0273$) na condição contínua e, ausência de correlação para a condição isolada. Quando analisados separadamente os eventos de frutificação, fruto imaturo e fruto maduro, a mesma variável umidade relativa de dois meses anteriores ($r_s = -0.4593$; $p = 0.0315$), em condição contínua, apresentou alto valor de correlação com fruto imaturo e, ausência de correlação para a condição isolada. A fenofase fruto maduro apresentou alto valor de correlação com temperatura média de dois meses anteriores ($r_s = 0.678$; $p = 0.0004$) em condição isolada, e com precipitação no mês do evento ($r_s = -0.4263$; $p = 0.0478$) em condição contínua.

Os trabalhos realizados em regiões neotropicais sujeitas à pluviosidade sazonal normalmente apontam o pico de floração na estação seca (JANZEN, 1967) ou no período de transição entre a estação seca e a estação úmida (KOPTUR et al., 1988; MORELLATO et al., 1989). O padrão de floração e

frutificação ocorrendo na estação seca, observados no tópico anterior, é corroborado pela correlação positiva com as variáveis de temperatura e pela correlação negativa com a variável umidade relativa do ar.

Quando observada a fenofase botão floral e os valores de temperatura mínima, ocorridos em um mês anterior ao início desta fenofase, nota-se o valor médio de 10,8°C. A ocorrência desta temperatura pode indicar, direta ou indiretamente, o estímulo para o desencadeamento da época reprodutiva da espécie *O. odorifera* e os eventos posteriores, inflorescência, fruto imaturo e fruto maduro, acompanham a fenofase que deram sua origem, o botão floral.

Milanesi (2008) encontrou resultados semelhantes para a espécie com eventos de floração se correlacionando com temperatura e precipitação, e fruto maduro com a temperatura.

A fenologia das espécies é regulada pelas suas características endógenas associadas às variáveis do clima, além de fatores abióticos e bióticos que são fatores de pressão seletiva para o desenvolvimento de padrões fenológicos (JANZEN, 1967; RATHCKE; LACEY, 1985).

Recentemente o clima da região de Lavras vem mostrando modificações, onde as temperaturas médias mensais aumentaram e, os totais de precipitações mensais apresentaram diminuição, acarretando em alterações na classificação climática de Thornthwaite, de B3 r B 3 a para B2 r B 3 a, que representa uma umidade menor (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007). Estes resultados informam se alterações em virtude das mudanças climáticas regionais observadas, podem ser um indicativo indireto de fragmentação (VITOUSEK, 1994).

A presença de correlação da condição contínua, ocorrendo com a variável umidade relativa na maioria das fenofases, mostra a influência desta para um ambiente de maior controle térmico e de umidade. Nesta condição a mata deve exercer um efeito de tamponamento que amortece a incidência direta

das variáveis climáticas sobre os indivíduos de *O. odorifera*. Este controle seria ausente e perdido na condição isolada, em função de uma maior influência de ventos e radiação solar, indicados, também, pela maior sensibilidade desta condição às variações de temperatura, com as quais as maiores correlações foram encontradas, ou mesmo pela falta de correlação com uma variável específica.

A maior sensibilidade da condição isolada às variações ambientais deve representar um fator prejudicial desta condição ao estabelecimento das sementes que, segundo Carvalho (2005), perdem a viabilidade rapidamente quando em ambiente não controlado.

Segundo Murcia (1995), a luz é considerada uma variável de grande importância para o entendimento dos efeitos da fragmentação sobre a ecologia florestal. Para estas fenofases, que apresentaram correlações com variáveis climáticas diferentes para as condições, isolada e contínua, ocorre baixa dependência e/ou especificidade da espécie em relação aos fatores abióticos analisados e em contrapartida uma maior regulação endógena da espécie *O. odorifera*, ou seja, correspondem a eventos que procedem a um prévio desencadeamento fisiológico.

Entretanto a ocorrência de correlação entre a mesma variável, temperatura mínima de um mês anterior ao evento, com a fenofase botão floral em ambas as condições, isolada e contínua, indica que o estímulo para o desencadeamento fisiológico desta fenofase seja determinado por baixas temperaturas, demonstrando a dependência desta fenofase do clima local para a espécie *O. odorifera*. Apesar desta maior dependência da fenofase botão floral em relação ao clima, nota-se, ainda, que a influência da condição isolada, de maior amplitude de oscilação frente às variáveis ambientais, deve tornar, ainda, maior esta dependência que apresenta correlação da temperatura mínima no mês

de ocorrência do evento e adianto do florescimento em um mês em relação à condição contínua.

O exposto acima evidencia o diferenciado padrão fenológico encontrado entre as condições bem como o exposto por Carvalho (2005), como já explanado anteriormente, que observou diferentes períodos de floração e frutificação nas diferentes áreas de ocorrência dos indivíduos de *O. odorifera*, podendo ser um indicativo das diferentes condições climáticas em que se encontram ao longo dos estados do Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

5 CONCLUSÕES

As características morfométricas dos frutos de *O. odorifera* indicaram que as condições em que as populações se encontram, isoladas pela fragmentação ou contínua, não causam efeitos no sucesso reprodutivo para as características mensuradas ou mesmo indicam baixa plasticidade fenotípica destas características frente às diferentes condições ambientais em que a espécie se encontra.

Entretanto os resultados obtidos na análise populacional de *O. odorifera* indicam que os indivíduos, em condição isolada, investam mais em eventos reprodutivos, os quais foram em geral mais intensos nesta condição. Mesmo com este potencial reprodutivo, a viabilidade dos frutos maduros produzidos na condição isolada é reduzida, uma vez que, mesmo com a alta produção de frutos imaturos, episódios de predação têm acometido os frutos desta condição antes mesmo da maturação. Ainda, a necessidade das sementes de um ambiente controlado deverá intensificar o baixo estabelecimento destas sementes na condição isolada, que apresentou um menor controle térmico frente às variáveis ambientais.

O baixo estabelecimento de indivíduos de regeneração natural na condição isolada não deverá repor a quantidade de indivíduos observados nas classes reprodutivas atualmente, pois o desenvolvimento inicial vegetativo deve ser prejudicado pela condição de pleno sol. Além disso, medidas de intervenção por parte dos administradores da área, para a não retirada de plântulas que venham a se estabelecer, serão necessárias para a formação da nova classe reprodutiva e perpetuação da população no local.

Em contraste, os indivíduos de *O. odorifera* da condição contínua apresentaram o padrão em J invertido para a distribuição em classes de diâmetro, indicando satisfatória regeneração natural nesta condição. Maior dinâmica de

desfolhamento, também, ocorreu na condição contínua, observado, também, pela manutenção neste ambiente de uma constante camada de serrapilheira, considerada importante na realocação dos nutrientes do solo.

Em ambas as condições, isolada e contínua, quanto menor a distância entre os indivíduos de *O. odorifera* maior a ocorrência de sincronia populacional para os eventos de floração, botão floral e inflorescência. O contrário foi observado para o evento fruto imaturo, onde quanto maior a distância entre os indivíduos com esta fenofase maior foi a ocorrência de sincronia entre eles, indicando que a espécie possui um mecanismo de aborto e/ou de auto-incompatibilidade entre indivíduos próximos, evitando o fluxo gênico entre aparentados, mesmo na condição contínua onde a intensidade de eventos reprodutivos foi menor em relação à condição isolada e onde não ocorreram picos de sincronia de eventos de floração.

O. odorifera apresentou um padrão de floração e frutificação subanual intercalados entre períodos de floração e frutificação principal, de padrão supra anual. O estímulo para o desencadeamento de eventos reprodutivos está relacionado à temperatura mínima de 10,8°C e explica as diferenças do comportamento fenológico de *O. odorifera* em suas diferentes áreas de ocorrência no Brasil. O diferenciado padrão fenológico encontrado para a espécie em condição contínua indica que a mata ali presente funciona como um tampão para os indivíduos da população.

Nota-se a importância de estudos detalhados e planejados para o estudo dos processos de fragmentação e isolamento sobre as populações arbóreas. Observa-se, no presente estudo, que resultados isolados de diferentes características, quando analisadas em separado, indicam que a fragmentação e isolamento não representem ameaças a algumas destas características, porém *O. odorifera* demonstrou os danos que a fragmentação e isolamento podem causar

ao sucesso reprodutivo dos indivíduos da espécie bem como sua dependência dos fatores ambientais da área em que ocorrem.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R. et al. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: susceptible signals in plant traits and methodological approaches. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 17, n. 24, p. 5177-5188, Dec. 2008.
- ALBERTI, L. F.; MORELLATO, L. P. C. Influência da abertura de trilhas antrópicas e clareiras naturais na fenologia reprodutiva de *Gymnanthes concolor* (Spreng.) Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 53-59, 2008.
- ARRUDA, V. L. V. de; SAZIMA, M. Flores visitadas por sirfídeos (díptera: Syrphidae) em mata mesófila de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 109-117, 1996.
- AUER, C. G.; GRAÇA, M. E. C. Método para seleção de mudas de canela-sassafrás a partir de fragmentos florestais remanescentes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 30/31, p. 75-77, 1995.
- AYRES, M. et al. **BIOESTAT**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Belém: Ong Mamiraua, 2007. 364 p.
- BACLES, C. F. E.; LOWE, A. J.; ENNOS, R. A. Genetic effects of chronic habitat fragmentation on tree species: the case of *Sorbus aucuparia* in a deforested Scottish landscape. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 573-584, Mar. 2004.
- BAWA, K. S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution**, Lancaster, v. 28, p. 95-92, 1974.
- BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 21, p. 399-342, 1990.
- BELTRATI, C. M.; PAOLI, A. A. S. Sementes. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Ed.). **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, 2003. p. 399-424.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002.

BIERREGAARD, R. O.; DALE, V. H. Island in an ever-changing sea: the ecological and socioeconomic dynamics of amazonian rainforest fragments. In: SCHELAS, J.; GRENBORG, R. (Ed.). **Forest patches in tropical landscapes**. Washington: Island, 1996. p. 187-204.

BIODIVERSITAS. **Revisão das listas de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de MG**. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg>>. Acesso em: 18 jun. 2007.

BORCHERT, R. Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, Durham, v. 61, p. 1065-1074, 1980.

BORCHERT, R. et al. Photoperiodic induction of synchronous flowering near the Equator. **Nature**, London, v. 433, p. 627-629, Feb. 2005.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/portalbio>>. Acesso em: 7 jul. 2009.

BRITO, D. Genetic consequences of population subdivision: the marsupial *Micoureus paraguayanus* (Mammalia: Didelphimorphia) as a case study. **Zoologia**, Curitiba, v. 26, n. 4, p. 684-693, dez. 2009.

CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela - sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell) Rohwer). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.

CARVALHO, L. R. de. **Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais quanto à capacidade de armazenamento**. 2000. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CARVALHO, P. E. R. **Canela-Sassafrás**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2005. 12 p. (Circular Técnica, 110).

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 639 p.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DIAS, H. C. T. **Fenologia de quatro espécies arbóreas e variação temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG**. 1995. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

DICK, C. W.; ETCHELECU, G.; AUSTERLITZ, F. Pollen dispersal of tropical trees (*Dinizia excelsa*: Fabaceae) by native insects and African honeybees in pristine and fragmented Amazonian rainforest. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 12, n. 3, p. 753-764, Mar. 2003.

DOBSON, A. P. **Conservation and biodiversity**. New York: Scientific American Library, 1998. 264 p.

DUTECH, C. et al. Gene flow and fine-scale genetic structure in a wind-pollinated tree species, *Quercus lobata* (Fagaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 92, n. 2, p. 252-261, Feb. 2005.

EÇA-NEVES, F. F. d'; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2004.

FERRAZ, D. K. et al. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

FIGUEIREDO, P. S. de. Fenologia e estratégias reprodutivas das espécies arbóreas em uma área marginal de cerrado, na transição para o semi-árido no nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v. 2, n. 2, p. 8, 2008.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: J. Wiley, 1986. 619 p.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, San José, v. 24, p. 422-423, 1974.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 62, p. 881-913, 1974.

FUCHS, E. J.; LOBO, J. A.; QUESADA, M. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 17, n. 6, p. 1523-1539, Dec. 2003.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em: 26 mar. 2013.

GOTELLI, N. J. **Ecologia**. São Paulo: Planta, 2009. 287 p.

GUREVICH, J.; HEDGES, L. V. Meta-analysis: combining the results of independent experiments. In: SCHEINER, S. M.; GUREVICH, J. (Ed.). **Design and analysis of ecological experiments**. New York: Oxford University, 2001. p. 347-369.

HALL, P.; WALKER, S.; BAWA, K. S. Effect of forest fragmentation on genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Pithecellobium elegans*. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 10, n. 3, p. 757-768, June 1996.

HAMRICK, J. L. Gene flow and distribution of genetic variation in plant populations. In: URBANSKA, K. M. (Ed.). **Differentiation in higher plants**. New York: Academic, 1987. p. 53-67.

HAMRICK, J. L.; MURAWSKI, D. A.; NASON, J. D. Influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of tropical tree populations. **Vegetation**, The Hague, v. 107/108, p. 281-297, June 1993.

HANSKI, I.; GILPIN, M. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 42, n. 1/2, p. 3-16, Jan. 1991.

HO, L. C. Fruit growth and sink strength. In: MARSHALL, C.; GRACE, J. (Ed.). **Fruit and seed production: aspects of development, environmental physiology and ecology**. Cambridge: Cambridge University, 1992. p. 101-124.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematic**, Palo Alto, v. 13, p. 201-228, 1982.

JACKSON, J. F. Seasonality of flowering and leaf-fall in Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, Washington, v. 10, p. 38-42, 1978.

JANZEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU, 1980. 79 p. (Temas de Biologia, 7).

JANZEN, D. H. Why mountain passes are higher in the tropics? **American Naturalist**, Chicago, v. 101, p. 233-249, 1967.

KAGEYAMA, P. Y. Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas. **IPEF**, Piracicaba, v. 35, p. 7-37, 1987.

KOPTUR, S. et al. Phenological studies of shrub and treelet species in tropical cloud forest of Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 4, p. 323-346, 1988.

LACY, R. C. Loss of genetic diversity from managed populations: interacting effects of drift, mutation, immigration, selection, and population subdivision. **Conservation Biology**, Boston, v. 1, p. 143-158, 1987.

LEVINS, R. Extinction. **Lectures on Mathematics in the Life Sciences**, Providence, v. 2, p. 75-107, 1970.

LIETH, H. **Phenology and seasonality modeling**. New York: Springer-Verlag, 1974. 437 p.

LOPES, B. C.; FERREIRA, M. B. D.; BRANDÃO, M. Sombreamento em pastagens: espécies recomendadas para as diversas regiões do Estado de Minas Gerais. **Daphne**, Belo Horizonte, v. 6, n. 4, p. 7-15, out. 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1, 352 p.

MACHADO, I. C.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 29, n. 1, p. 57-66, Mar. 1997.

MANTOVANI, M. et al. Accentuated polymorphism of heterochromatin and nuclear organizer regions in *Astianax scabripinnis* (Pisces, Characidae): tools for understanding karyotypic evolution. **Genetica**, Dordrecht, v. 109, n. 3, p. 161-168, Sept. 2000.

MILANESI, L. D. S. **Estudos sobre a biologia de canela-sassafrás [*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer] na Mata Atlântica do Rio Grande do Sul.** 2008. 56 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MORELLATO, L. P. C. et al. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semi-decídua na Serra do Japí, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 12, p. 85-98, 1989.

MORELLATO, L. P. C. et al. Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 811-823, Dec. 2000.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implication for preservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Victoria, v. 10, n. 1, p. 58-62, 1995.

NEWSTRON, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v. 26, n. 2, p. 141-159, June 1994.

NUNES, Y. R. F. et al. Aspectos ecológicos da Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão - Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. Sociedade de Investigação Florestal - SIF. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 233-243, mar./abr. 2008.

PIRANI, J. R. et al. Checklist and patterns of geographic distribution of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 133-147, 1994.

RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília: MMA-SBF, 2003. 99 p.

RATHCKE, B.; LACEY, E. P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 16, p. 179-214, 1985.

REICH, P. B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 72, p. 61-74, 1984.

ROSSONI, M. G. **Fenologia de espécies arbóreas e arbustivas em fragmentos da Floresta Ombrófila Densa, Município de Dom Pedro de Alcântara, RS, Brasil.** 2003. 77 p. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SANTA CATARINA, C.; MACIEL, S. da C.; PEDROTTI, E. L. Germinação in vitro e embriogênese somática a partir de embriões imaturos de canela sassafrás (*Ocotea odorifera* Mez.). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 501-510, dez. 2001. Suplemento.

SCOLFORO, J. R. S. **Mensuração florestal:** relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. v. 3, 292 p.

SEITZ, R. S. Obtenção de mudas de regeneração natural. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 151-157.

SILVA, M. S.; VIEIRA, F. A.; CARVALHO, D. Biometria dos frutos e divergência genética em uma população de *Geonoma schottiana* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. S1, p. 582-584, jun. 2007. Suplemento.

TALORA, D. C.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, mar. 2000.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. P. **Fundamentos em ecologia.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p.

VATTIMO, I. de. Nota prévia sobre as espécies de *Ocotea Aubl.* que ocorrem no Estado do Paraná (Lauraceae). **Arquivos do Serviço Florestal**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 109-117, 1956.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J. Biology and conservation of forest fragments in the brazilian atlantic moist forest. In: SCHELLAS, J.; GREENBERG, R. (ed.). **Forest patches in tropical landscapes.** Washington: Island, 1996. p. 151-167.

VIEIRA, F. A.; CARVALHO, D. Maturação e morfometria dos frutos de *Miconia albicans* (Swartz) Triana (Melastomataceae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1015-1023, 2009.

VIEIRA, R. F. **Conservation of medicinal and aromatic plants in Brazil:** reprinted from: perspectives on new crops and new uses. Alexandria: ASHS, 1999. 528 p.

VILELA, E. de A. et al. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos de revegetação no alto Rio Grande, Sul de Minas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 17, n. 2, p. 117-128, 1993.

VITOUSEK, P. M. Beyond global warming: ecology and global change. **Ecology**, Durham, v. 75, n. 7, p. 1861-1876, Oct. 1994.

WARD, M. et al. To self, or not to selfy: a review of outcrossing and pollen-mediated gene flow in neotropical trees. **Heredity**, London, v. 95, n. 4, p. 246-254, Oct. 2005.

WHITTAKER, R. J. **Island biogeography:** ecology, evolution and conservation. Oxford: Oxford University, 1998. 297 p.

YOUNG, A.; BOYLE, T. J. Forest fragmentation. In: YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. (Eds.). **Forest conservation genetics:** principles and practice. Colling Wood: Csivo, 2000. p. 123-132.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends Ecology Evolutionary**, Oxford, v. 11, n. 10, p. 413-418, Oct. 1996.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** 4th ed. River Upper Saddle: Prentice Hall, 1999. 662 p.