

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
DISCIPLINA: SILVICULTURA I**

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES

Prof. Lauri Amândio Schorn

Blumenau, Fevereiro de 2003.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES

1 - Biologia Reprodutiva

Dentre os processos que poderiam ser analisados nos estudos de biologia reprodutiva, o modo de **florescimento, polinização e frutificação** são alguns dos aspectos relacionados com a produção de sementes.

1.1 - Florescimento

A floração pode variar na época de ocorrência, na sua duração e intensidade e no modo como se distribui entre os indivíduos da população (Bawa 1983, citado por Aguiar e Piña-Rodrigues, 1993).

Os estudos de florescimento têm tido duas abordagens: (a) **comunitária**, que interpreta as relações entre as espécies de uma ou mais comunidades e a (b) **específica**, que analisa o comportamento dos indivíduos de uma dada espécie através de amostragens.

a. Sazonalidade de Florescimento

A nível de comunidade a sazonalidade fica demonstrada pela ocorrência de períodos em que há maior concentração de espécies florescendo simultaneamente, intercalando com outros em que são poucas as espécies em floração.

Em uma comunidade, o florescimento é distribuído ao longo do ano de modo que haja suprimento de fontes de alimentação (pólen, néctar) para os polinizadores. Dessa forma, o florescimento de espécies congêneres ou relacionadas, de uma mesma comunidade, poderia ser seqüencial se fossem polinizadas pelo mesmo grupo de polinizadores. Os polinizadores passariam de uma espécie para outra a medida em que os recursos de uma fossem se esgotando e o de outra aumentando.

A nível de espécies, a **época de florescimento** varia conforme o ano, o local e as condições climáticas. Enquanto *Cedrela fissilis* no estado de São Paulo floresce de setembro a janeiro, no Espírito Santo, a floração estende-se de janeiro a março. Mas em ambos os locais, coincide com o período da estação chuvosa.

A sazonalidade a nível de espécie também é observada, encontrando-se aquelas que florem anualmente ou que apresentam intervalos entre os anos de produção (floração supra-anual). Por exemplo, *Dalbergia nigra* - jacarandá-da-bahia, floresce e frutifica a intervalos de 2 a 3 anos no Estado do Espírito Santo (Jesus & Piña-Rodrigues, 1991) e a quantidade de sementes produzidas é variável ano a ano. Mesmo as espécies que florescem continuamente apresentam variação na quantidade de sementes produzidas a cada safra. Como a alocação de recursos para o florescimento é intensa, os anos de intervalo ou de baixa produção permitiriam a planta recuperar suas reservas nutricionais (Janzen, 1971, 1983, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

A variação a nível individual na época de florescimento pode também ser atribuída a variações genéticas e plasticidade das espécies.

De uma maneira geral, a sazonalidade de produção está ligada a auto-ecologia das espécies. Competição por polinizadores, alocação de recursos, variabilidade genética são apenas algumas das teorias que procuram explicar o porquê das espécies apresentarem sazonalidade no processo de florescimento (Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

b. Padrões de florescimento

A variação na **época**, na **duração**, no **intervalo** e na **quantidade** de florescimento têm influência na produção de sementes disponíveis para a regeneração natural das espécies.

No caso de espécies cujos indivíduos florescem de forma asincronizada, poderia haver uma redução na quantidade de flores disponíveis para os cruzamentos, provocando aumento da taxa de endogamia ou auto-fecundação, afetando a qualidade genética das sementes produzidas. Em uma outra hipótese, a pouca disponibilidade de recursos (flores), devido ao pequeno florescimento, poderia levar os polinizadores a buscarem outras fontes, ou árvores da mesma espécie, em locais mais distantes, aumentando assim a distância de polinização.

Por outro lado, o florescimento assincrônico entre os indivíduos permite a oferta de alimentos durante um período mais longo, mantendo o polinizador na área de ocorrência da espécie, garantindo a sua eficiência de polinização.

Em todos esses casos, aumento da endogamia, do tempo de permanência do polinizador ou aumento da distância de fluxo de pólen, formar-se-iam padrões diferentes de distribuição da variabilidade natural das espécies, afetando a qualidade genética da semente produzida.

Muitas espécies que florescem de forma supra-anual podem atuar na comunidade como espécies-chaves, capazes de sustentar um grupo de polinizadores quando as demais não apresentam florescimento. Este comportamento pode ser observado para muitas espécies de plantas trepadeiras, em especial da família Bignoniaceae (Amaral, 1992, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993). É particularmente importante ressaltar o seu papel na comunidade uma vez que, como prática usual de manejo em nossas florestas tropicais, está a remoção de lianas e cipós.

Em fragmentos florestais é comum o aumento do número de cipós nas bordas, afetando o crescimento das árvores. Mesmo nessas situações, em que se torna imprescindível a sua remoção, é preciso observar ou tentar conhecer, o papel que exercem na sustentação da comunidade de polinizadores. Como ressaltava Viana (1990), a insuficiência de polinização é um dos problemas para a produção de sementes e conseqüente recomposição e regeneração natural dos fragmentos.

Uma baixa eficiência de polinização, causada tanto pela ausência de polinizadores como por pouca produção de flores tem, portanto, impactos diretos na produção qualitativa e quantitativa de sementes. A este fato soma-se a redução do número de indivíduos, em conseqüência da alta mortalidade por ação do vento e condições impróprias para o crescimento e reprodução das espécies.

Cada uma das estratégias observadas, quer seja variação supra-anual no florescimento, sincronia ou assincronia entre indivíduos, florescimento curto ou prolongado, vão determinar padrões diferentes de regeneração das espécies.

1.2 - Polinização

A produção de sementes é um evento decorrente da polinização e os fatores ecológicos envolvidos nesta etapa da reprodução têm impacto direto sobre a qualidade e quantidade da semente obtida. O agente polinizador é o vetor responsável pelo transporte do pólen. Assim, seu comportamento, hábitos e exigências serão determinantes de como se dará o fluxo gênico, via pólen, na população.

A polinização é um processo de reprodução sexuada em fanerógamas que resulta na dispersão do pólen (função masculina) e na fertilização e formação de sementes (função feminina).

A flor é a estrutura responsável pela reprodução vegetal; nela se encontram as anteras e o estigma, respectivamente as partes masculina e

feminina. São as flores que fornecem e recebem os grãos de pólen, oferecendo condições para sua germinação e para a formação das sementes.

Considerando-se que várias características florais se repetem de acordo com o tipo de polinização, Faegri & Van der Pijl (1979), citados por Pina-Rodrigues & Piratelli (1993), reuniram estas características em grupos denominados **síndromes de polinização**. Estas síndromes na verdade, são uma maneira didática de reconhecer o tipo de polinizador de acordo com as características das flores.

O processo mais simples de polinização é aquele onde os grãos de pólen são espalhados por fatores físicos do ambiente, como ventos e água. Este tipo de polinização é conhecida como **abiótica**.

Por outro lado, muitos animais de diversos grupos taxômicos participam da polinização das flores, sendo os mais conhecidos, abelhas, borboletas, beija-flores e morcegos. A polinização neste caso é dita **biótica**.

1.2.1 - Polinização Abiótica

Plantas anemófilas são mais comumente encontradas entre as espécies de clima temperado. Nas regiões tropicais predominam em vegetações abertas ou em espécies florestais de dossel.

Teoricamente, é de se esperar que plantas anemófilas apresentem populações grandes, já que neste tipo de polinização os grãos de pólen são distribuídos ao acaso, havendo pouca possibilidade de um grão atingir estigmas compatíveis.

A liberação de pólen nas plantas anemófilas seria regulada com condições atmosféricas mais propícias ao espalhamento do pólen, como épocas secas, com pouca turbulência no ar, ou época de perda de folhas em florestas decíduas, provocando uma menor filtração do ar.

1.2.2 - Polinização Biótica

Muitas espécies vegetais dependem de animais para sua polinização, sendo estas espécies denominadas **zoófilas**. Neste caso, o pólen é transportado ativamente por animais, dependendo mais deles do que de fatores abióticos.

Embora as adaptações planta-polinizador sejam eficientes no sentido de garantir a reprodução das plantas, elas não impedem que vários animais visitem flores em busca de alimento, sem oferecer o serviço de polinização. Estes animais são considerados “pilhadores de néctar” quando, ao se alimentarem,

danificam os tecidos florais durante suas visitas; e “furtadores de néctar” quando não destroem estes tecidos (Inouye, 1980, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

Uma das principais características de plantas polinizadas por animais é que estas necessitam investir energia na produção de substâncias capazes de nutrir seus polinizadores.

Outra característica destas flores é que elas devem advertir o polinizador sobre a presença do recurso. A sinalização dos recursos florais é uma maneira de “avisar” e orientar os polinizadores, informando-os sobre a presença da fonte de alimentos. Esta sinalização depende da percepção e orientação utilizada pelos polinizadores. Por exemplo, flores polinizadas por animais que se orientam visualmente podem ter cores vistosas; aqueles cujo sistema olfativo é bem desenvolvido sendo atraídos pela emissão de odores.

a. Polinização por abelhas (Melitofilia)

Espécies vegetais meliófilas normalmente possuem odor forte e agradável, antese diurna, com cores vivas, como o amarelo ou violeta. Os principais recursos oferecidos por estas flores são o néctar (bastante concentrado), pólen, ou ainda, óleos. Frequentemente estas flores apresentam modificações denominadas “plataformas de pouso”, onde as abelhas podem pousar ao iniciarem suas visitas.

No Brasil as espécies introduzidas do gênero *Eucalyptus* têm como seus principais visitantes abelhas dos gêneros *Apis* e *Trigona*. No entanto, enquanto *Apis* atua como polinizador efetivo, *Trigona* apresenta em algumas visitas comportamento de predadora de pólen, afetando o potencial de produção de sementes (Piña-Rodrigues et al., 1988, citados por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

b. Polinização por Lepidópteros

Flores adaptadas à polinização por borboletas (psicofilia) têm antese diurna, são vistosas, tubulosas e exalam pouco ou nenhum odor. Os lepidópteros adultos possuem as peças bucais altamente especializadas para a alimentação de néctar, dispendo de uma probóscide longa que pode ser inserida nas corolas tubulares para sorver este alimento (Percival, 1965, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993). O corpo repleto de pêlos, as asas com escamas e a probóscide formam nos lepidópteros superfícies nas quais os grãos de pólen podem ser aderidos e transportados.

As flores cujos principais polinizadores são as mariposas (*falenofilia*) abrem à noite, possuindo cores sóbrias e odor adocicado. As mariposas possuem forte senso olfativo, percebendo flores a longas distâncias pelo odor.

c. Polinização por vertebrados

c.1 Aves

Flores polinizadas por aves (**ornitofilia**) têm antese diurna, néctar diluído, cores vivas, sem odor, com tecidos rígidos, havendo distanciamento entre a fonte de néctar e os órgãos reprodutivos (Faegri & Van der Pijl, 1979, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993). Dentre as aves, os principais polinizadores são os beija-flores (*Trochilidae*).

Sendo o néctar o principal alimento dos beija-flores, as flores ornitófilas devem oferecer este recurso em quantidade grande o bastante para condicioná-los, mas não o suficiente para satisfazer suas necessidades energéticas em uma única visita, e em concentrações tais que permitam uma rápida ingestão.

Para advertir as aves sobre a presença do alimento, as cores vivas são características muito importante, o que está associado ao fato de a visão ser um órgão de sentido muito desenvolvido nestes vertebrados (Grant & Grant, 1968, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993). Cores vivas como o vermelho e o laranja destacam-se do verde da vegetação, podendo ser visualizada a distâncias relativamente grandes.

Além disso, reconhece-se uma flor tipicamente ornitófila pela ausência de odores, uma vez que, até onde se sabe, o olfato é pouco desenvolvido em aves.

Os beija-flores são as aves mais especializadas para a alimentação a base de néctar, apresentando características evolutivas que lhes permitem, entre outras, o vôo adejado, o que possibilita a visitação de um grande número de flores em intervalos de tempo relativamente curtos. O bico destas aves é propício para sorver néctar.

Duas estratégias básicas são descritas para os beija-flores, a manutenção de um território de alimentação ou o percurso de rotas de alimentação (“triplines”).

Normalmente, um território de alimentação é uma mancha de flores de várias espécies vegetais, com flores muitas vezes de diversas formas e tamanhos, o que requer pouca especialização dos animais que detém este comportamento (Snow, 1981, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

Assim sendo, teoricamente espécies vegetais cujas flores são polinizadas por animais com este conjunto de características apresentam uma distribuição mais agrupada.

Os troquilídeos que realizam “traplines” investem energia em vôos mais longos a procura de um conjunto mais restrito de espécies vegetais. Estas aves normalmente têm asas mais longas, o que favorece o vôo longo. A procura de um número menor de flores representa maior especialização por parte destas aves. Por isso, estes beija-flores possuem um bico mais longo, por vezes curvo, possibilitando-lhes o acesso ao néctar de flores mais tubulosas, inacessíveis a outros beija-flores.

Espécies vegetais polinizadas por este grupo de animais apresentariam uma distribuição mais espalhada, com flores mais tubulosas. A polinização nestes casos seria mais eficiente, e esta eficiência pode ser favorecida com a disposição dos elementos florais reprodutivos (estigma e estiletos) de tal modo que o pólen seja aderido ao corpo do polinizador em locais como topo da cabeça, garganta ou dorso, locais estes de difícil acesso pelas próprias aves, que possuem o hábito de limpar e arrumar as penas com o bico, quando o pólen pode ser retirado e perdido.

c.2 Mamíferos

c.2.1 Morcegos (Quiropterofilia)

Várias espécies de morcegos (Chiroptera) têm nas plantas seu alimento, seja o néctar das flores ou os frutos. A quiropterofilia é uma forma de zoofilia relativamente recente, restrita às regiões tropicais, sendo que somente duas famílias de morcegos têm representantes envolvidos na polinização (Pijl, 1961, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

Os morcegos são animais noturnos, com visão monocromática e olfato bem desenvolvido. Flores quiropterófilas típicas sobressaem-se da vegetação e apresentam cores sóbrias, antese noturna, odor forte, néctar pouco concentrado e anteras dispostas “em pincel” (Faegri & van der Pijl, 1979, citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

Os morcegos são polinizadores capazes de se deslocar a grandes distâncias, percorrendo áreas através de rotas de alimentação, “traplines”. Este padrão de comportamento é particularmente importante para espécies arbóreas raras, que requerem polinizadores capazes de percorrer as longas distâncias entre seus indivíduos. É o caso de *Ceiba petandra* - sumauma, espécie que ocorre nas regiões de várzea da amazônica, cujos indivíduos adultos

encontram-se dispersos na mata em baixa densidade/área. Apesar disto, produz sementes em abundâncias, em virtude da eficiência de seus polinizadores, os morcegos (Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

Florescimento Intenso x Produção Reduzida de Sementes

Uma série de fatores que poderiam explicar a produção de um número bem maior de flores em relação ao de frutos pelas plantas:

a) A baixa eficiência de transporte de pólen na anemofilia ou em espécies zoófilas com polinizadores pouco especializados, fazendo com que poucos estigmas efetivamente recebem pólen compatível;

b) Problemas com pilhadores e furtadores, que se utilizam dos recursos florais sem executarem a polinização, podendo destruir tecidos florais ou competir com polinizadores potenciais;

c) A utilização de flores como um item alimentar por animais, a *priori* frugívoros, como certas aves e macacos, acarretando perda considerável de flores;

d) Problemas a nível de germinação dos grãos de pólen e/ou crescimento de tubos polínicos.

e) Descarte parental, quando a planta elimina flores e/ou frutos, o que estaria relacionado ao balanço energético.

1.2.3 - Frutificação

Sazonalidade na Produção de Sementes

Um dos maiores problemas para a obtenção de sementes florestais é a sazonalidade de produção de frutos, ou seja, o fato das espécies frutificarem periodicamente, em intervalos que podem ser regulares ou irregulares. Além da necessidade de se conhecer qual é o período em que uma espécie produz sementes, é preciso entender-se os fatores que poderiam influenciar este comportamento.

Embora a sazonalidade de frutificação seja decorrente da sazonalidade de florescimento, existem mecanismos diferentes de pressão seletiva que determinariam a época de frutificação distintas daquelas verificadas para o florescimento.

Várias hipóteses foram formuladas para relacionar a sazonalidade de frutificação com a ecologia das espécies. Jansen (1967), citado por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993, considera que a seleção natural favoreceria as espécies que produzissem frutos quando as condições fossem propícias a sua

dispersão e posterior estabelecimento das plântulas. Dessa forma, espécies dispersas pelo vento seriam produzidas nas estações mais secas, quando as condições favorecem a sua dispersão.

Para as espécies zoocóricas, o que se constata é uma variação distinta nos padrões de frutificação em relação às anemocóricas. Como os animais requerem alimentos ao longo do ano, haveria tendência nas comunidades de se obter produção de frutos/sementes zoocóricas também de forma mais contínua e distribuída.

A sazonalidade de frutificação tem sido também associada a fatores abióticos do meio. Neste caso, a frutificação seria induzida por eventos como teor de umidade do solo, temperatura ou outros que estariam associados a ocorrência da frutificação (Medway, 1972; Frankie et al., 1974; Stiles, 1978; Opler et al., 1980; French, 1992 e Lampe et al., 1992; citados por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993).

Exemplo deste padrão é a espécie *Miconia centrodesma* que em áreas de clareira com incidência de luz apresenta menor intervalo entre as épocas de produção de sementes, maior produção de sementes e duração mais prolongada do período de frutificação em relação aos indivíduos que ocorrem na mata.

Assim sendo, pode-se supor que a época em que se procede a interferência na floresta poderá favorecer determinados grupos de espécies que estejam em fase de frutificação ou dispersão. Isto porque, a sazonalidade a nível de comunidade pode estar relacionada a ocorrência de condições favoráveis ao estabelecimento das espécies. Como, em geral, espécies com sementes aladas apresentam características de colonizadoras de áreas abertas, estas podem tornar-se mais abundantes, se a intervenção for efetuada próxima à época de dispersão de suas sementes.

Por que algumas espécies produzem sementes em períodos irregulares?

A colheita de sementes em áreas naturais é apontada como difícil devido a irregularidade de frutificação entre anos e árvores, baixa produção de frutos-sementes por indivíduos e a distribuição espacial das árvores na floresta.

A irregularidade de produção de sementes pode ser manifestar em diferentes escalas: a) espécies que produzem anualmente ou a intervalos regulares; b) as que apresentam longos períodos sem produção entre os anos produtivos e c) aquelas em que ocorrem anos de picos de produção (mast-years) seguidos de período com produção irregular (Jesus & Piña-Rodrigues, 1991).

Os anos sem produção podem ser resultantes da necessidade da espécie em alocar recursos para o crescimento vegetativo.

As espécies também apresentam diferentes comportamentos quanto à produção de sementes de acordo com o grupo sucessional a que pertencem (Piña-Rodrigues et al., 1988, citados por Pina-Rodrigues & Piratelli, 1993). Espécies pioneiras, produzem periodicamente grande quantidade de sementes, relativamente às espécies de estágios sucessionais mais avançados.

Produção Irregular de Sementes Entre Indivíduos

Como no florescimento, as espécies de uma comunidade podem frutificar e amadurecer seus frutos de forma sincronizada ou assincrônica. Cada um destes padrões tem um diferente impacto sobre os seus dispersores.

A ocorrência de espécies/indivíduos frutificando próximos pode ser decorrente do hábito de seu dispersor. De maneira geral, o comportamento dos dispersores influencia o padrão de distribuição espacial das espécies.

A palmeira *Euterpe edulis* apresenta concentrações de plântulas em locais onde os morcegos pousam à noite (sítios de pouso). Os frutos transportados para estes locais, são parcialmente consumidos e caem ao solo, germinando quando condições propícias ocorrem.

A sincronia de frutificação entre indivíduos reduz os impactos dos danos causados por predadores, porque a população teria capacidade de “saciar” o predador.

O conhecimento das interações entre o padrão de frutificação e o comportamento animal tem importância não só para o evento da produção de sementes, como também para a qualidade da semente produzida.

A produção de sementes é um elo vital para o desenvolvimento de atividades no setor florestal, quer seja o manejo de florestas ou a recuperação e conservação de fragmentos e áreas degradadas. Entender as interrelações entre este processo e o habitat, em especial com a fauna, torna-se essencial para qualquer ação.

O comportamento dos animais determina em muito a estrutura, composição e funcionamento das comunidades vegetais tropicais, portanto, não deve deixar de ser considerado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.B, de; PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. **Sementes Florestais. Morfologia, Germinação, Produção.** ABRATES, Brasília, 1993.

JESUS, R.M. & PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. Programa de produção e tecnologia de sementes florestais da Florestas Rio Doce S/A: uma discussão dos resultados obtidos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS. 2, **Anais...**, São Paulo, Instituto Florestal de São Paulo, 1989, p. 59-86, 1991.

KAGEYAMA, P.Y.; PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. Fatores que afetam a produção de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. **Sementes Florestais Tropicais.** Brasília: Abrates. 350 p. 1993.

KRAMER J.P. & KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das Árvores.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1972.

MORA, A L.; FERREIRA, M.F. Estudo do florescimento em *Eucalyptus urophylla*. **Silvicultura. 14:** 50-53, 1978.

MORA, A L.; PINTO Jr., J.E.; FONSECA, S.M.; KAGEYAMA, P.Y. Aspectos da produção de sementes de espécies florestais. **Série Técnica IPEF. 2(6):**1-60, 1981.

PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. **Manual de Análise de Sementes Florestais.** Fundação Cargill. Campinas, 1988.

PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. e PIRATELLI, A J. Aspectos Ecológicos da Produção de Sementes. In; AGUIAR, I.B.; PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. **Sementes Florestais Tropicais.** Brasília: Abrates. 350 p. 1993.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, **Anais...** Campos do Jordão, SP, sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990.