

2. Preservação de Recursos Genéticos e Genética Evolutiva

Afonso Celso Candeira Valois

Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutor e Pós-Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas. Foi Vice-Diretor do IPEAAO-DNPEA, Chefe Adjunto Técnico e Chefe Geral da Embrapa Seringueira e Dendê, Chefe Adjunto Técnico e Chefe Geral da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Diretor Executivo da Embrapa em Exercício, Pesquisador Aposentado da Embrapa, Professor Associado da UnB, Professor Contratado da UEA/CEST, Secretário Municipal de Meio Ambiente de Tefé (AM).

Contextualização

A Genética Evolutiva que se constitui em uma síntese entre a genética e a ecologia de populações vem contribuindo para o desenvolvimento de princípios que têm grande aplicação na preservação e uso de recursos genéticos, especialmente em condições naturais. Deixando claro aqui que neste trabalho o termo “preservação” é utilizado para os recursos genéticos *in situ*, enquanto “conservação” é empregado para os recursos genéticos *ex situ*.



Figura 1. BAG Arroz, Filipinas.

Embora se conheça a necessidade do estabelecimento de bancos ativos de germoplasma (BAGs) através da coleção de sementes, indivíduos adultos ou cultura de tecidos, a implantação de reservas genéticas precisa ser considerada como parte de uma estratégia global de preservação (Figura 1). Esta necessidade é premente tendo em vista a velocidade com que os habitats vêm sendo perdidos, fragmentados ou transformados pelas diversas atividades humanas.

As consequências disto são a redução drástica da variabilidade genética ou mesmo extinção de espécies, a subdivisão de habitats, a formação de novos ambientes, o aumento das condições de estresse, a mistura de conjuntos gênicos antes isolados, a intensificação da hibridação introgressiva (cruzamento interespecífico repetido ou mesmo contínuo, ocasionando infiltração de genes de uma espécie para outra, em decorrência de falhas do mecanismo de isolamento reprodutivo, podendo ainda ocorrer segregação transgressiva, isto é, aparecimento de gerações segregantes com fenótipos diferentes dos progenitores com relação a um ou mais caracteres) e mesmo, a origem de novas taxa. Todas essas mudanças no ecossistema envolvem processos evolutivos.

Dentro deste contexto, a Genética Evolutiva oferece o instrumental necessário para os estudos desses processos a curto e longo prazo, e a possibilidade de se prever as consequências genéticas e ecológicas dessas alterações tanto no nível de populações como de comunidades. Consequentemente, a Genética Evolutiva vem oferecendo embasamento teórico para a discussão de tópicos como a manutenção da variabilidade dentro e entre populações, sobrevivência e extinção, estabilidade da densidade populacional e diversidade dentro de comunidades, entre outras. Esta discussão é fundamental tendo em vista que o objetivo básico

da preservação *in situ* é a manutenção da variabilidade genética suficiente para possibilitar a evolução contínua em ecossistemas que vêm sendo modificados no espaço e no tempo.

A preservação de germoplasma envolve tanto comunidades inteiras como populações de espécies silvestres, bem como, os complexos de espécies “cultivadas-invasoras-silvestres” comuns em muitos centros de origem.

Como é sabido, as espécies vegetais podem apresentar distribuição geográfica ampla ou ocorrer de forma endêmica em uma área restrita e, dentro da sua amplitude de distribuição podem ocorrer de forma esparsa ou concentrada, formando colônias. Além disso, as populações podem apresentar variações periódicas ou estacionais de densidade.

As primeiras consequências das alterações causadas pelo ser humano nos ecossistemas ocorrem normalmente sobre os padrões de distribuição geográfica e de abundância, podendo levar tanto à extinção (caso de espécies endêmicas) como a descontinuidade na distribuição geográfica, criando várias “ilhas ou demes” de tamanho e densidade variáveis, alterando o padrão de variação genética.

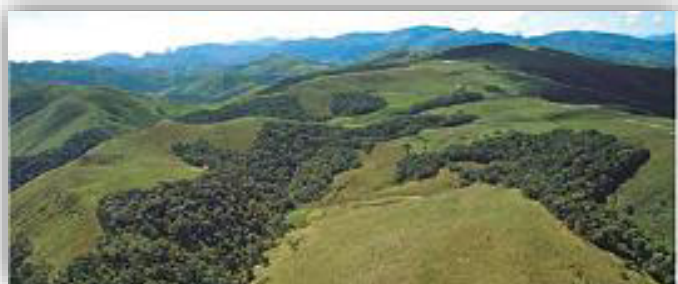


Figura 2. "Ilhas" de vegetação.

O processo de quebra da distribuição contínua de espécies em “ilhas” ocorreu em áreas extensas no passado devido a mudanças ambientais ou mesmo atividades antrópicas extrativistas, pastoris e agrícolas que vêm ocorrendo aceleradamente no presente (Figura 2.). Um exemplo bem marcante quanto à ocorrência dessas “ilhas” na

Amazônia é aquele que ocorre nos lavrados de Roraima, onde maciços florestais estão em meio à vegetação de cerrados. Pelo lado oposto, no Acre foram abertas clareiras em meio à floresta para o estabelecimento artificial da seringueira (*Hevea* spp.), visando ao enriquecimento! Essas alterações drásticas dos padrões de distribuição têm implicações na estrutura demográfica (flutuação e redução da densidade) e na estrutura genética (manutenção da variabilidade e sobrevivência) e se constituem em ameaças centrais tanto para a preservação *in situ* (estratégias de manejo) como a conservação *ex situ* (estratégias de amostragem).

O desenvolvimento dos aspectos teóricos relacionados à diversidade de espécies em “ilhas” recebeu grande impulso a partir da “teoria de biografia de ilhas” em 1967. Segundo esta teoria, a diversidade de espécies aumenta proporcionalmente ao tamanho da “ilha” a das taxas de imigração, porém a composição de equilíbrio depende das relações entre as taxas de colonização e extinção, da diversidade ambiental e dos resultados da evolução dos nichos.

Por outro lado, as taxas de colonização dependem das taxas relativas de nascimento e morte (tabelas vitais), da capacidade de dispersão e das alterações evolutivas nesses parâmetros, considerando que o efeito de dispersão entre “ilhas” é função do tamanho e distância entre as mesmas. Essa teoria tem implicações nas estratégias de amostragem do material genético dentro

e entre “ilhas” e no manejo de reservas genéticas que podem ser formadas por uma grande área, porém com inúmeros habitats ou “ilhas” internas, ou serem constituídas por diversas pequenas áreas isoladas dentro de uma região. A variação genética dentro de uma espécie subdividida em “ilhas” foi extensivamente pesquisada, principalmente em relação às características de mudanças evolutivas.

Assim foi mostrado que o balanço dos vários fatores evolutivos (mutação, migração, recombinação, seleção natural e deriva genética) é quem determina o padrão de variação, e não um único fator isolado. Por exemplo, na ausência da seleção natural, a deriva genética tende a produzir grande diferenciação genética, enquanto a migração entre populações tende a diminuir o efeito da deriva. Deve-se chamar a atenção para o fato de que a variação genética pode oferecer um importante instrumento para pesquisas ecológicas, principalmente para monitorar as estratégias de manejo a serem empregadas na preservação de espécies em reservas naturais.

Nesse sentido, estudos experimentais envolvendo polimorfismo genético são essenciais na determinação do tamanho efetivo da população, da condição da estabilidade demográfica, da quantidade da variabilidade genética para a evolução contínua, das ameaças resultantes do isolamento reprodutivo e da endogamia depressiva. Esse polimorfismo pode ser expresso no nível morfológico (marcadores genéticos fenotípicos), marcadores moleculares ou mesmo com o uso da técnica do DNA recombinante.

Dentro da necessidade da reconstrução de nichos alterados pela implantação de áreas de preservação de recursos genéticos *in situ*, aparece a restauração ecológica na qualidade de uma nova estratégia de se estabelecer reservas genéticas em áreas degradadas. Neste caso, a Genética Evolutiva tem a oferecer princípios que permitem entender as ameaças relacionadas à adaptabilidade, persistência das populações, padrões espaciais de distribuição e abundância, além da dinâmica de sucessão, essenciais na restauração ecológica para a preservação *in situ*.

Portanto, a Genética Evolutiva que nestes últimos anos vem buscando uma síntese entre a genética e a ecologia de populações, tem a oferecer aos pesquisadores envolvidos na preservação de recursos genéticos e outros interessados, um conjunto de princípios fundamentais no equacionamento de estratégias que visam fundamentalmente, a manutenção ou estabelecimento de condições que permitam a continuidade dos processos evolutivos.

A possibilidade dessa continuidade e da evolução de novas estratégias adaptativas aos ambientes que vêm sendo alterados rápida e profundamente através de ações antrópicas é condição essencial não só para a sobrevivência das plantas, animais e microrganismos, como também do próprio ser humano. Isso não é diferente no Estado do Amazonas, por exemplo, antes tido como uma Unidade da Federação Brasileira que bem cuidava das suas florestas naturais, se for observado o grande antropismo que vem ocorrendo em muitas das suas regiões, especialmente no sul do Estado, onde os recursos genéticos madeireiros vêm sendo explorados de maneira ilegal.

Neste e em outros contextos é também importante considerar aspectos da Genética Ecológica em articulação com a Preservação de Recursos Genéticos e com a Genética Evolutiva.

Em Genética Ecológica podem ser considerados os seguintes temas: distribuição espacial e abundância, fixação de nitrogênio e micorrizas, dormência de sementes, tolerância de genótipos à seca, populações estrategistas r e K , fixação de carbono fotossintético e análise de proteínas, dentre outros.

Para o caso da distribuição espacial e abundância, pode-se citar plantas como leguminosas forrageiras de hábito de crescimento rasteiro que têm distribuição aleatória, fixa (colonial) e uniforme. A distribuição aleatória é quando a presença de um indivíduo em um ponto não influi na chance de aparecimento de outro indivíduo da mesma população nas adjacências. Já na forma colonial, a ocorrência de um indivíduo em um ponto aumenta a probabilidade de ser encontrado outro membro da mesma população naquele ponto. Na distribuição uniforme, a presença de um componente de uma população em um determinado ponto diminui a chance de ocorrência de outro componente da mesma população em um ponto adjacente.

As distribuições aleatória e colonial são influenciadas pela forma de reprodução da planta, isto é, se de autofecundação geralmente a distribuição é colonial (agregada), enquanto que se a forma de reprodução sexuada for cruzada, a tendência é para a distribuição aleatória.

Para o caso da distribuição colonial, trata-se de uma forma mais comum de ocorrência de espécies, sendo os agregados originados de fatores como:

- a) tendência dos descendentes se arranjamem em volta dos pais, como resultado da dispersão de sementes próximo à planta-mãe ou mesmo da reprodução vegetativa;
- b) dispersão uniforme ou aleatória, porém em agrupamento de habitats favoráveis à colonização pelas espécies.

A distribuição espacial de espécies em um nicho pode ser gerada pela heterogeneidade do habitat. Para o conhecimento das densidades existem determinações absolutas e relativas. A medida absoluta pode ser feita por contagem direta ou por amostragem, e neste último caso existem vários métodos, onde se destaca o método do quadrado (mais para planta) e o método da captura, marcação e recaptura (mais para animais). O método do quadrado pode ser aplicado tanto pelo processo de isomonas como pelo processo do “transect”, não havendo diferença significativa entre os dois.

O processo de isomonas é feito a partir do estabelecimento de uma área que pode ser de 10m x 10m dividida em pequenos quadrados de 0,5m x 0,5m, totalizando 400 quadrados. No processo do “transect” são alocados quadrados de 0,5m x 0,5m, a cada cinco metros, ao longo de linhas que partem de um mesmo ponto em quatro direções.

Conclusões

De acordo com o acúmulo de conhecimento pragmático explicitado neste artigo, a aplicação de métodos utilizados na Genética Evolutiva aliada à Genética Ecológica, também oferecem bons subsídios para o sucesso da preservação de recursos fitogenéticos nos nichos de ocorrência e para utilização racional em programas de melhoramento genético e ciências afins.

Referências

MARTINS, P. S. Preservação e Genética Evolutiva. *In*: ARAUJO, S. M. C.; OSUMA, J. A. (Ed.). **Anais do Primeiro Encontro sobre Recursos Genéticos**. FCVA: Jaboticabal (SP), 1988, p: 62- 66.