

PRINCÍPIOS GENÉTICOS DA INFORMAÇÃO PARA RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

Eduardo Alberto Vilela Morales
Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus - AM

INTRODUÇÃO

A base contextual sobre a qual estão fundamentados os sistemas de recursos genéticos é a **variação genética** que ocorre nas espécies, através de diferentes alelos e séries alélicas que foram desenvolvidas durante os processos de evolução. Neste marco, a **diversidade biológica** ou **biodiversidade** disponível, com seus diferentes ecossistemas, constitui o universo maior na busca de variação genética, uma vez que constitui a variação que ocorre entre organismos vivos de todas as origens e os complexos ecológicos dos quais fazem parte, incluindo diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (UNEP, 1992).

No manuseio das amostras populacionais, Frankel (1970) considera que os recursos genéticos vegetais podem ser agrupados em cinco categorias: (1) cultivares resultantes pelo melhoramento genético, geralmente uniformes e altamente produtivos; (2) cultivares tradicionais ou primitivos que continuam evoluindo como consequência da migração, introdução e seleção natural a que são submetidos; (3) populações silvestres e plantas daninhas que evoluem e acompanham a evolução de espécies de interesse sócio-econômico; (4) espécies silvestre utilizadas para alimentar humana e animal, fibras e madeira; e, (5) espécies de uso potencial. Breese (1989) ao analisar o tipo de diversidade genética que deve ser disponibilizada para as principais culturas, considera que os recursos genéticos devem incluir: cultivares obsoletos e estoques genéticos; cultivares primitivos ou "landraces" e espécies silvestres geneticamente relacionadas.

Neste contexto, a disponibilidade de informação genética é fundamental para respaldar as atividades de pesquisa voltadas para coleta, intercâmbio, caracterização e avaliação de recursos genéticos. Embora os esforços despendidos para tentar se utilizar os recursos genéticos, conservados em bancos de germoplasma, em programas de melhoramento genético tenham aumentado, é provável que o nível de utilização, em nível global, ainda deve continuar sendo muito baixo. De fato, os níveis de utilização de germoplasma em programas de melhoramento genético somente deverá aumentar, se além das informações de passaporte e outras de controle burocrático, o material genético disponibilizado apresentar níveis expressivos de informações genéticas e utilitárias, relacionadas com adaptação ambiental, potencial genético, conhecimento etnobiológico, potencial industrial e potencial sócio-econômico.

IMPORTÂNCIA DA BIODIVERSIDADE

No Brasil, os recursos genéticos constituem uma riqueza potencial incomensurável, desde que sua dispersão geográfica seja bem estabelecida e amostras populacionais representativas sejam coletadas, conservadas, e suas características genéticas, qualitativas e quantitativas, sejam caracterizadas e avaliadas. Considerando-se a expressão territorial dos biomas brasileiros e dos ambientes onde as amostras populacionais foram obtidas, é possível que sejam encontradas características de interesse imediato ou potencial, desenvolvidos como mecanismos evolutivos de adaptação ambiental.

No caso da Amazônia, por exemplo, embora ainda não tenha sido estabelecido com precisão o número de espécies oferecidos pela biodiversidade do bioma, dada sua magnitude, têm sido considerados os seguintes números de espécies ocorrendo na região: 30.000 a 60.000 de plantas superiores, 2.500.000 de artrópodes, 2.000 de peixes e 300 de mamíferos (Gentry, 1983; Salati, 1983). Como a informação genética esta associada a genes, que podem variar em número, desde 1.000 em bactérias até 400.000 em plantas superiores complexas (Wilson, 1988), se na Amazônia o número de espécies fosse 40.000 com uma média de 100.000 genes, tentando-se eliminar redundâncias de sistemas alélicos e genes duplicados, pode-se obter algo em torno de 4 bilhões de genes com diferentes graus de informação, o que pode gerar expectativas para encontrar-se estruturas genéticas relacionadas com características desejáveis.

A importância da biodiversidade do Bioma Amazônia está intimamente relacionada com a manutenção de processos ecológicos fundamentais para a vida humana, mas também por ser a guardiã do patrimônio genético existente no bioma (Sherril, 1994). De fato, é nas florestas tropicais onde se encontra a maior diversidade de espécies vegetais do mundo, provavelmente em torno de 2/3 do total (Wilson, 1988). Em termos de uso do potencial oferecido, são três as principais formas: agrícola, industrial e medicinal. A utilização imediata do potencial oferecido, depende do nível de conhecimento das características genéticas disponíveis, muitas vezes bastante associadas ao conhecimento etnobiológico disponível. Assim, a disponibilidade deste conhecimento pode constituir-se no fator decisivo para o estabelecimento na obtenção e manejo dos recursos genéticos.

Uma vez que a diversidade genética de espécies vegetais esta relacionada com a variação ambiental entre os diferentes ecossistemas encontrados na Amazônia (Figura 1) - com diferenças morfológicas e utilitárias,

e, com diferentes graus de dispersão nas campinaranas, cerrados, florestas ambrófilas e florestas decíduas - pode-se deduzir que deve existir um imenso potencial de variação genética. Associado a este fato, a expressiva dimensão territorial do bioma também permite levantar-se a possibilidade de existir um elevado número de populações para muitas espécies amazônicas, provavelmente com diferentes graus de variação em suas características genéticas secundárias. Estas variações são, em essência, a fonte de usos potenciais alternativos. No esforço para priorizar a concentração das atividades de pesquisa e desenvolvimento, a disponibilidade do conhecimento etnobiológico acumulado pelas populações indígenas e comunidades tradicionais da Amazônia, localizadas nos diferentes ecossistemas do bioma, assume um papel de destaque.

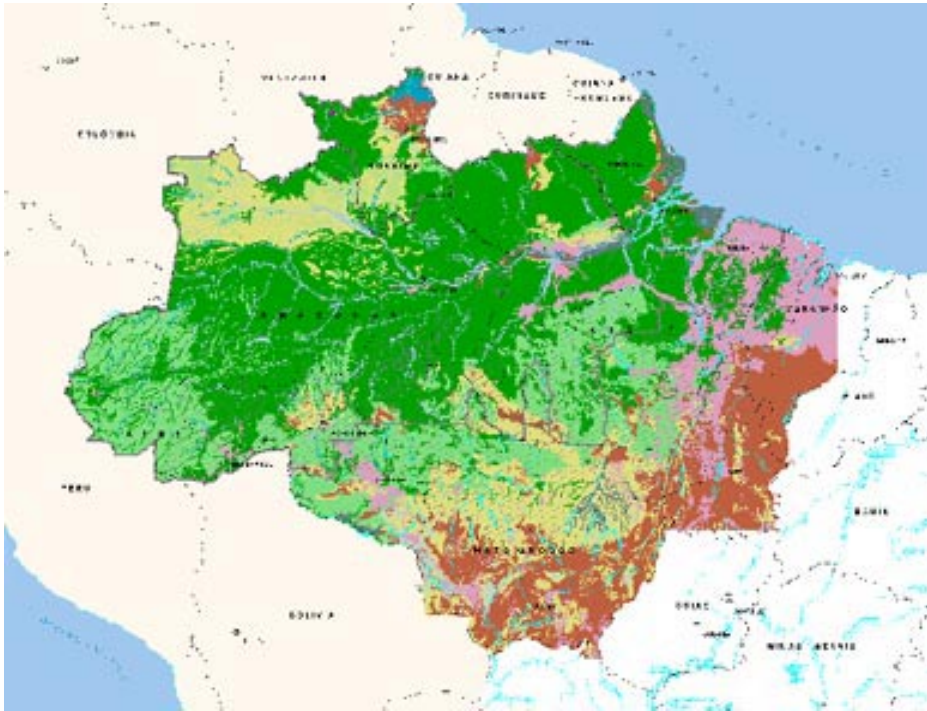


Figura 1. Ecossistemas da Amazônia Legal (Atech/Consórcio Brasileira, 1999)

Neste contexto, inúmeras tem sido as iniciativas para priorização de P&D em espécies amazônicas com potencial de retornos sócio-econômicos, principalmente em torno de recursos genéticos e de domesticação de espécies. Embora muitas espécies consideradas potenciais venham sendo conservadas e utilizadas sob processos do tipo “fundo de quintal” ou em pequenas áreas, como é o caso da agricultura familiar, poucos avanços com enfoque empresarial tem ocorrido quando se tenta utiliza-las sob a forma de monoculturas ou em sistemas agroflorestais, com concentração de populações da mesma espécie. Esta alternativa de uso apresenta um elevado índice de problemas fitossanitários, provavelmente provocados pela concentração de genótipos com maior uniformidade genética e sem o respaldo de expressivos programas de melhoramento genético.

INFORMAÇÕES GENÉTICAS A CONSIDERAR NA COLETA E CONSERVAÇÃO DO GERMOPLASMA

O processo de coleta de germoplasma embora possa parecer uma atividade simples, com regras pre-estabelecidas, sua execução requer de estudos prévios, quando possível, para se conhecer, entre outros

aspectos, o mecanismo de reprodução da espécie, os polinizadores preferenciais e estudos de simulação gráfica para definir-se áreas potenciais de coleta. Condição importante para o sucesso da expedição de coleta de germoplasma, é uma possível classificação “a priori”, da(s) espécie(s) alvo, se possível, em duas categorias essenciais: **(1)** quanto ao tipo de propagação, alógamas ou autógamas, fator determinante a ser considerado nos procedimentos de coleta ou de multiplicação inicial; e, **(2)** quanto ao potencial da amostra ser conservada no campo, casas de vegetação ou por sementes, ortodoxas ou recalcitrantes, de maneira a evitar-se perdas desnecessárias de amostras ainda na fase de incorporação aos bancos de germoplasma. Conhecimento da características fenológicas, em ambientes semelhantes à região onde será efetuada a coleta, são fundamentais, pois poderão auxiliar na definição da melhor época para a coleta ser realizada.

Embora nas florestas, nem sempre seja possível observar-se os diferentes critérios genéticos de amostragem de populações, alguns aspectos, quando possível, devem ser considerados em uma etapa prévia, como são a delimitação da área de abrangência das populações, o nível de frequência gênica a ser considerada, e, o número de plantas matrizes a serem coletadas. Estudos para organizar a coleta de amostras representativas de populações e, ao mesmo tempo, diminuir o efeito da endogamia durante nos futuros processos de regeneração, consideram a coleta de 50 a 100 matrizes por população, com 50 sementes coletadas por matriz. Caso seja impossível encontrar-se esta situação, deve-se coletar o máximo de plantas matrizes, de maneira a melhor representar os caracteres genéticos que ocorrem com frequências mais altas. Nesta situação, é provável que alelos raros, que ocorrem na população com frequências baixas, não sejam coletados, a não ser ocasionalmente.

Como pode ser observado, o número de 2.500 a 5.000 sementes coletadas na população representam uma única amostra populacional, que deve ser mantida integralmente nos processos de regeneração e intercâmbio. Assim, quando os coletores utilizam porções da amostra inicial para atender demandas de divisão inicial do germoplasma coletado, esta sendo provocada sua descaracterização genética, tanto para amostras conservadas na forma de sementes ou através de plantas a campo. Nesta situação, parte dos alelos e séries alélicas com frequências baixas, principalmente os alelos raros, não serão repartidos de forma equitativa entre os membros da expedição de coleta.

Claramente pode ser observado o que pode ser considerado como sustentabilidade de recursos genéticos conservados sob procedimentos “ex situ”. Embora os princípios que regem os procedimentos sejam conhecida há muitos anos, são poucos os bancos de germoplasma que os observam, uma vez que na maioria dos casos o intercâmbio de amostras de germoplasma, somente considera os alelos ou séries alélicas que ocorrem com frequências mais elevadas. Esta situação, embora coerente com o alvo principal do melhorista quando solicita germoplasma, não leva em conta disponibilizar o máximo das características genéticas da população que esta sendo representada. Esta situação, lamentavelmente, fortalece a opinião de muitos cientistas que consideram os bancos de germoplasma como os principais responsáveis pelos elevados níveis de **erosão genética** que pode estar ocorrendo nos procedimentos de conservação “ex situ”.

O germoplasma caracterizado e avaliado quanto a seu potencial utilitário realmente representa um componente estratégico para as atividades de pesquisa, uma vez que seu valor poderá ser inestimável em um dado momento. Este valor poderá ainda ser muito maior, se a definição de caracteres genéticos estiver relacionada com o conhecimento etnobiológico, principalmente através de sua correlação com seqüências moleculares de interesse social ou industrial. Caso os bancos de germoplasma não consigam manter seus acessos caracterizados, avaliados e com valor agregado oferecido pelo potencial de uso, sua conservação despertará pouco interesse nos melhoristas e nos executivos que aprovam os orçamentos, a não ser que façam parte de estruturas estratégicas onde a demanda por utilização imediata seja secundária. Isto, a pesar do valor que os recursos genéticos podem representar para uma região ou uma nação, independentemente do uso de patentes e de propriedade intelectual. Esta situação aparece claramente representada na aprovação de orçamentos e na priorização de pesquisa dos países em desenvolvimento, onde os recursos genéticos continuam a constituir atividades estratégicas, mas com respaldo de segunda categoria.

VARIAÇÃO GENÉTICA COMO INSUMO ESTRATÉGICO

No âmbito da biodiversidade, como fonte de variação genética como insumo estratégico, a UNEP (1992) recomendou a padronização de termos comuns, como: **recursos biológicos**, para designar componentes bióticos com uso atual, potencial ou de valor para a humanidade; **material genético** - embora muito utilizado para designar genótipos, genes e alelos e séries alélicas - para indicar qualquer porção de plantas, animais ou microrganismos com unidades funcionais da herança; e, **recursos genéticos**, para designar o material genético de valor atual ou potencial.

O IBPGR (1991) utiliza **recursos genéticos**, para indicar o conjunto de amostras populacionais de plantas, animais ou microrganismos, obtidas para tornar disponíveis caracteres genéticos úteis ou com valor potencial; **germoplasma**, para indicar o material genético que constitui a base física da herança, que se transmite de uma geração para outra através de células reprodutivas, embora Allard (1971) o tenha referenciado como a soma total dos materiais hereditários de uma espécie; e, **acesso**, para indicar cada um dos elementos

que compõe um conjunto de germoplasma. Acesso qualifica cada elemento como a amostra obtida para representar a variação genética de uma população ou de um clone, que, quando adequadamente conservada e propagada, apresenta a mesma média das características genéticas existentes na população amostrada.

Varição genética, é a capacidade de um organismo, população ou espécie, de mudar ou variar sua estrutura genética em relação às suas características, forma ou natureza (IBPGR, 1991). Pode ser considerada como a porção hereditária da variação observada, onde a seleção natural atua para criar os diferentes organismos vivos da natureza. Deve ser considerada nos diferentes níveis de organização do "taxon", como complexo gênico, população, indivíduo, genoma, locus e seqüências de bases do DNA (Kresovich & Mcferson, 1992). Neste contexto, **diversidade e variabilidade genética** são termos alternativos para indicar a quantidade de variação presente em uma população ou espécie, como consequência dos processos evolutivos (IBPGR, 1991). A diversidade genética está mais relacionada com a variação genética do gênero, constituindo o somatório da variação genética conhecida mais a variação genética potencial ou desconhecida. A variabilidade genética está mais relacionada com a variação genética da espécie, geralmente sendo utilizada para indicar a porção da variação genética disponível.

CENTROS DE ORIGEM, DE DIVERSIDADE E "GENEPOOLS"

Os centros de origem constituem a região geográfica onde se originou a espécie ou o local onde foi domesticada. Os centros de diversidade são regiões de dispersão ecogeográfica da espécie, com elevado grau de variação genética, (IBPGR, 1991). Os centros de diversidade genética podem ser observados através de duas categorias 1. de diversidade primária, quando além da espécie de interesse ocorrem espécies silvestres relacionadas com elevada freqüência de caracteres dominantes; e, 2. de diversidade secundária, quando além da espécie de interesse ocorrem espécies silvestres relacionadas com elevada freqüência de caracteres recessivos. O estudo prévio de áreas ou regiões com estas características, principalmente para espécies nativas, é condição fundamental a ser considerada na coleta e representação da diversidade genética a ser coletada, conservada e disponibilizada. O conhecimento etnobiológico de comunidades indígenas e tradicionais representa um fator inestimável que deve ser levado em conta. Assim, bases de dados sobre centros de origem ou de diversidade de espécies nativas, complementadas com informações etnobiológicas, são de fato, informações genéticas de valor estratégico.

"**Genepool**" ou complexo gênico pode ser considerado, em um dado momento, o conjunto com toda a informação genética de organismos de reprodução sexuada, geralmente constituída por espécies filogeneticamente relacionadas (IBPGR, 1991). Harlan & de Wet (1971), objetivando estimular o uso da variação genética nos programas de melhoramento genético, organizaram as seguintes categorias:

- ◆ GP1, para cruzamentos intra-específicos da espécie de interesse, com geração de progênies férteis; constituem a principal fonte de variação genética utilizada nos processos tradicionais de melhoramento genético, embora a variação genética desejada possa estar esgotada para algumas espécies utilizadas no paradigma da revolução verde;
- ◆ GP2, para cruzamentos da espécie de interesse com outras espécies, com geração de progênies com níveis variáveis de fertilidade, mas com forte tendência para geração de híbridos estéreis; constituem a principal fonte de variação genética para os tradicionais processos de melhoramento genético; o conhecimento do potencial oferecido pelos diferentes GP2s, que podem ser organizados dentro de cada gênero, pode permitir o estabelecimento de "pontes de compatibilidade genética" entre espécies, que embora não apresentem afinidade em cruzamentos diretos, podem receber genes e alelos de interesse através de cruzamentos da espécie incompatível com outras espécies que apresentam maiores níveis de compatibilidade com a espécie de interesse;
- ◆ GP3, para cruzamentos da espécie de interesse com outras espécies com geração de progênies anômalas e com expressivos índices de letalidade ou completamente estéreis; constituem o universo mais importante para obtenção de variação genética através da combinação de processos tradicionais de melhoramento genético combinados com os modernos procedimentos oferecidos pela biotecnologia.

ALTERAÇÕES GENÉTICAS NO GERMOPLASMA

A variação genética observado nas espécies cultivadas é o resultado da redução da variação genética ou **erosão genética** provocada pela seleção natural e oscilação genética ou do aumento da variação genética oferecida pela mutação e migração nos níveis de variação genética (Ford-Lloyd e Jackson, 1986).

a **seleção natural** ocorre pelo aumento da proporção de certos genótipos, através de gerações sucessivas, em detrimento de outros. Pode ser provocada por fatores bióticos e abióticos (IBPGR, 1991) através de alterações ou mudanças ("**Genetic shift**"), na estrutura genética do

- ◆ germoplasma, causando perda de alelos ou alteração da frequência alélica (Russell, 1988). O efeito da seleção natural pode ser observado em procedimentos de multiplicação inicial para incorporação do germoplasma original nos bancos de germoplasma, nos procedimentos de multiplicação de coleções ativas ou nos processos de regeneração do germoplasma conservado em coleções de base (Tabela 1), principalmente quando realizados em ambientes diferentes daqueles onde o acesso foi obtido;
- ◆ a **oscilação genética** ou efeito de **Sewall Wright** (“**Genetic drift**” ou “**Random drif**”), provoca mudanças aleatórias na frequência gênica entre gerações, através da fixação ao acaso de alelos ou desaparecimento de outros (IBPGR, 1991). geralmente é provocada por erros amostrais, com as seguintes formas:
 - o **efeito do afunilamento** (“**Bottle-neck effect**”), que resulta na perda de alelos de uma população reduzida drasticamente (Russell, 1988); pode ocorrer em procedimentos de multiplicação ou regeneração de acessos que se encontram com expressiva redução de viabilidade.; e
 - o **princípio do fundador** (“**Founder effect**”), que ocorre quando a amostra inicial é estabelecida a partir de um pequeno número de indivíduos para representar a população (Russell, 1988); pode ser observado durante os procedimentos de coleta de germoplasma, em situações em que são encontradas poucas plantas para representar a população que esta sendo coletada.
 - a **migração**, que provoca alteração da frequência alélica de uma população pela inclusão ou migração de alelos de outras populações (Russell, 1988), pode ocorrer durante os procedimentos de multiplicação inicial ou de regeneração sem levar em consideração o sistema reprodutivo do germoplasma e seus níveis de pammixia e de polimorfismo.
 - a **mutação**, que consiste na súbita alteração do material responsável pela herança, devido a modificações nos genes - mutação gênica - ou nos cromossomas - mutação cromossômica (IBPGR, 1991), podendo ser encontrada com mais frequência em procedimentos de conservação do germoplasma “in vitro” e criopreservação.

O conhecimento e controle destes mecanismos somente poderá ocorrer e eventualmente permitir sua correção, se existir informação armazenada em bases de dados adequadas para permitir a comparação de variações genéticas de amostras populacionais, dentro de limites pre-estabelecidos

Tabela 1. Alguns fatores causando seleção natural na regeneração de populações Heterogêneas (Breese, 1989).

Estado do desenvolvimento	Fatores	Proc
Germinação da semente sendo conservada.	Diferenças genotípicas em longevidade e dormência.	Reg. Que
Plantula.	Diferenças em sobrevi-vência devido à interação solo-clima, susceptibilidade a doenças e pragas, e, competição.	Reg. adap Prot. Utiliz
Fase reprodutiva.	Produção diferenciada de flores, pólen e sementes por ação de fatores semelhantes ao caso anterior.	Max utiliz Prot. Con:
Colheita, separação, secagem e embalagem.	Diferenças em maturação e debulha das sementes.	Emk indiv
Conservação de semente de alta qualidade	Diferenças em maturação podem influir no potencial de conservação/ longevidade.	Emk indiv

AMOSTRAGEM GENÉTICA DE POPULAÇÕES

A informação disponível sobre amostras populacionais ou acessos de germoplasma, devem informar sobre o grau de representatividade genética representado pelas amostras, principalmente em relação a: 1. **amostra inicial**, obtida por procedimentos de coleta ou intercâmbio, geralmente com o número de sementes abaixo do mínimo para manter as características genéticas da amostra; e 2. **amostra base**, obtida como

resultado de procedimentos de multiplicação da amostra inicial, através de uma série de multiplicações, até obter-se a dimensão ou número adequado de sementes que permita sua incorporação segura na coleção de germoplasma. Embora a teoria de amostragem seja clara, as situações mais comuns encontradas nos procedimentos de coleta e de intercâmbio germoplasma esta relacionada com o recebimento de amostras fora dos padrões de representatividade genética. Este tipo de informação deve constar das informações iniciais que são disponibilizadas para o acesso, de maneira que seja possível identificar-se o grau de necessidade de obter-se uma nova amostra, se for pertinente.

As características genéticas da amostra populacional estão intimamente relacionadas com: a frequência alélica definida por ocasião da obtenção da amostra, geralmente superior a 5-10% e pelo tamanho efetivo populacional (N_e). Assim, considerado-se como características ou alelos raros, frequências abaixo de 5%, pode-se afirmar que quanto maior seja o tamanho efetivo populacional, melhor será a representação das características genéticas da população. O tamanho efetivo populacional (N_e), ajustado para levar em conta o número de progenitores, o grau de endogamia e o número de gerações, será o fator crucial para manter a estrutura genética dos acessos (IBPGR, 1991). O tamanho efetivo populacional pode ser considerado como a medida da representatividade genética contida na amostra em relação à geração imediatamente anterior (Vencovsky, 1986).

Na amostragem para coleta de germoplasma deve-se considerar que geralmente coletar germoplasma de plantas autógamas requer uma coleta mais extensa que coletar germoplasma de plantas alógamas, uma vez que os indivíduos com características diferentes deverão estar mais dispersos (Allard, 1970). Esta situação ocorre em função da “**variação genética livre**” nas plantas autógamas, como aabb, aabb, aabb, aabb, em contraste com a “**variação genética potencial**” das plantas alógamas, como aabb, aabb, aabb, aabb, aabb, aabb, aabb, aabb, aabb (Vencovsky, R. comunicação verbal, 1993).

Na amostragem tradicional de plantas, com 50 a 100 matrizes por população e obtenção de 50 sementes por matriz, podem ser encontradas as seguintes situações: $N_e = 185$, com 50 matrizes e coleta de 2500 sementes; $N_e = 345$, com 100 matrizes e coleta de 5000 sementes; e, $N_e = 484$, com 150 matrizes e coleta de 2500 sementes. Fica obvio que quanto maior o número de matrizes coletadas, maior será a representatividade genética da população.

Na amostragem para regeneração deve-se levar em conta a intenção de que cada amostra para conservação de germoplasma deve manter pelo menos 1 copia de cada alelo da população amostrada que representa. A amostra para regeneração depende da frequência e número de alelos/locus, e, da ação gênica que afeta a distribuição da frequência alélica.

No contexto do tamanho efetivo populacional, devem ser consideradas as seguintes situações:

- amostragem aleatória de uma população com um $N_e =$ igual ao número de plantas da população, apresenta alta representatividade genética da população;
- amostragem da população organizada, com igual no. de sementes por planta, resultará em maior representatividade genética da população;
- efeito da perda de viabilidade pode descaracterizar geneticamente o acesso como amostra populacional;
- para alelos com frequência de 5%, o $N_e = 75$ permite que 95% das amostras obtidas nos procedimentos da regeneração se localizem entre os limites de 2,11 e 9,81 e que o e que 99% amostras se localizem entre os limites de 1,56% e 11,50;
- para alelos com frequência de 1%, o N_e deve apresentar um valor localizado entre 150 a 200, como condição para que os alelos possam ser representados nas amostras. Para frequências de alelos raros em populações heterogêneas o N_e deve apresentar um valor em torno de 1000 ou mais (Tabela 2).

AMOSTRAGEM GENÉTICA DE POPULAÇÕES ARBÓREAS

A biodiversidade brasileira é expressiva em recursos genéticos de espécies arbóreas, entretanto a conservação “ex situ” de acessos obtidos por amostragem genética de populações pode ser impossível de ser viabilizada. Conservar amostras populacionais na forma de sementes pode exigir espaços e estruturas adicionais nunca comparáveis à conservação de germoplasma de espécies arbóreas com sementes recalcitrantes. De fato, ainda faltam adequações mais precisas para conservar-se este tipo de germoplasma, sem perder sua representatividade genética. Assim, para uma determinada espécie arbórea, com sementes recalcitrantes, que tenha 100 populações definidas e dispersas através da Amazônia brasileira e uma exigência de espaçamento de 10 m entre plantas, a conservação “ex situ” de cada população amostrada, com 2,500 indivíduos por amostra populacional, será necessária uma área de 25 ha e um total de 2,500 ha para as 100 populações.

Trabalhos de Hallauer & Miranda Filho (1998) com milho, tem mostrado que o número de 200 a 500 sementes pode ser adequado para conservar em níveis adequados as características genéticas daquela espécie. Consideram ainda, que abaixo de 200 sementes, ocorrem perdas sensíveis de características genéticas e níveis variáveis de endogamia. Crossa et al (1993) enfatizam que nos processos de regeneração de espécies alógamas, deve-se evitar a ação da seleção natural para que seja retida pelo menos uma cópia de um alelo raro por locus (Tabela 2).

Pode-se afirmar, que ainda existem dificuldades para representar-se adequadamente populações arbóreas e estudos para disponibilizar este tipo de informação são fundamentais, principalmente para os países com florestas tropicais, que apresentam baixos níveis de preservação e conservação.

Tabela 2. Número de indivíduos necessários para reter pelo menos uma cópia de um alelo raro por locus, com frequências de 5%, 3% e 1% em 1, 10, 100 e 150 loci Crossa et al., 1993)

Probabilidade	Número de Alelos	Frequência	Número de Indivíduos
			1
90%	2	5%	45
95%			58
90%	3		58
95%			72
90%	4		66
95%			80
90%	2	3%	76
95%			98
90%	3		98
95%			121
90%	4		112
95%			134
90%	2	1%	229
95%			298
90%	3		298
95%			367
90%	4		338
95%			407

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R. W. 1970. Population structure and sampling methods. In: FRANKEL, O. H.; BENNET, E. Genetic resources in plants – their exploration and conservation. London: Blackwell. P. 97-107.
- ATECH; CONSORCIO BRASILIANA. 1999. Apresentação da Proposta para o Plano Plurianual 2000-2003 e Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento. Manaus. (s/paginação).
- BREESE, E. L. 1989. Regeneration and multiplication of germplasm resources in seed genebanks: the scientific background. Rome: IBPGR. 69 p.
- CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. de T.; CLEMENT, C. R. 1999. Biodiversidade Amazônica-exemplos e estratégias de utilização. Manaus: Inpa-Sebrae. 409 p.
- CROSSA, J.; HERNADEZ, C. M.; BRETTING, P.; EBERHART, S.A.; TABA, S. 1993. Statistical genetic considerations for maintaining germplasm collections. THEORETICAL AND APPLIED GENETICS. v. 86, p. 673-678.
- FALK, D. A. 1990. Integrated strategies for conservation plant genetic diversity. Ann. Missouri Bot. Gard. v. 77, p. 38-47.
- FORD-LLOYD, B.; JACKSON, M. 1986. Plant genetic resources: an introduction to their conservation and use. London: Edward Arnold. 146. P.
- FRANKEL, O. H. 1970. Genetic resources in perspective. In: FRANKEL, O. H. ; BENNET, E. Genetic resources in plants – their exploration and conservation. Edinburgh: p. 469-489 (IBP Handbook No. 11).
- GENTRY, ^a 1982. Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between Central and South America, pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the andean orogeny?. ANN. MISSOURI. BOT. GARD. v. 69. no. 3. p. 557-593.
- IBPGR. 1991. Elsevier's dictionary of plant genetic resources. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 187 p.

- IBPGR. 1992. Plant genetic resources – the key to survival. Rome: International Board for Plant Genetic Resources – Consultative Group on International Agricultural Research. 2 p.
- HARLAN, J. R.; WET, J. M. J. de. 1971. Toward a rational classification of cultivated plants. TAXON.. v. 20. p. 509-517.
- KRESOVIVICH, S.; McFERSON, J. R. 1992. Assessment and management of plant genetic diversity – considerations of intra- and interspecific variation. FIELD CROPS RESEARCH. v. 29. p. 185-204.
- LIMA, R. R.; Costa, J. P. C. da. 1997. Coleta de plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia brasileira. I. Metodologia e expedições realizadas para coleta de germoplasma. Belém: Embrapa – CPATU. 148 p.
- McNEELY, J. A.; MILLER, K. R.; REID, W.; MITTERMEIER, R. A.; WERNER, T. B. 1990. Conserving the world's biological biodiversity. Washington. IUCN-WRI-CI-WWF-World Bank. 193 p.
- RUSSEL, P. J. 1988. Genetics. 2^o ed. Glenview. Scott: Foresman. 913 p.
- SALATI, E. 1983. O clima atual depende da floresta. In SALATTI, E. ed. Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia. São Paulo. Brasiliense p. 15-44.
- SHERRIL, E. I. 1994. A questão da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável da região amazônica. Tese de Ms. C. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 120 p.
- SOUZA, A. das G. C. de.; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L. da; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. do C.; CRUZ, L. A. de A.; 1996. Fruteiras da Amazônia. Manaus: Embrapa – CPAA. 204 p.
- UNEP. 1992. Convention on biological diversity. Rio de Janeiro: United Nations. Environment Programme. 52 p.
- VENCOVSKY, R. 1986. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas. Brasília: Embrapa – CENARGEN. 15 p.
- WILSON, E. O. 1988. Biodiversity. Washington: National Academy Press. p. 3-18.