

Documentação e informática em recursos genéticos

Afonso Celso Candeira Valois

Eng. Agr. pela Universidade Federal Rural da Amazônia (1967), mestre e doutor em genética (1973 e 1982), na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, Pós-doc na Universidade do Estado do Novo México (EUA-1991). Exerceu os cargos de Diretor Executivo Interino da Embrapa, Assessor da Diretoria Executiva da Embrapa, Chefe-adjunto Técnico do Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira e Dendê da Embrapa (Manaus-AM), Chefe-Geral do CNPSD, Chefe-Adjunto Técnico de Recursos Genéticos da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasília-DF), Chefe-geral da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.



No desenvolvimento de atividades de recursos genéticos, as ações relacionadas com documentação e informação têm um papel estratégico, não somente para orientar a tomada de decisões, mas também permitir o acompanhamento eficiente dos trabalhos e esforços que estão sendo realizados. Objetivando atender a essas atividades, nos últimos anos os recursos de informática vêm sendo sistematicamente utilizados.

Todavia, com a evolução constante da informática, atualmente estão disponíveis tecnologias mais eficientes no tratamento das informações, as quais podem ser consideradas ferramentas fundamentais para acompanhar ou prestar apoio as atividades científicas.

Entre essas novas tecnologias, as que apresentam grande destaque para aplicação em atividades de manejo de recursos genéticos são: processamento de imagens, videotexto e estabelecimento de sistemas especialistas utilizando recursos de “inteligência artificial”.

A metodologia adotada para organizar sistemas de informática (procedimentos, equipamentos e pessoal) varia entre instituições em função das suas finalidades, estrutura organizacional, sistemas hierárquicos, abrangência dos trabalhos (geográficos, gêneros, culturas ou produtos) e dedicação das equipes especializadas.

O termo “documentação” está relacionado com o manejo das informações (dados) desde sua captação, digitalização, atualização e disponibilidades em “bases de dados” (coleção de informações classificadas através do uso de descritores e estados do descritor) até sua utilização através de consultas, emissão de listagens periódicas ou publicação de catálogos. Intimamente relacionado com o processamento das informações, o termo “informática” é aplicado ao conjunto de procedimentos utilizados no tratamento automatizado das informações.

As ações de documentação nas atividades de manejo de germoplasma estão dirigidas ao processamento e monitoramento das informações relacionadas com grupos de atividades essenciais, tais como: enriquecimento da variabilidade genética (coleta, melhoramento genético e intercâmbio de germoplasma), cadastramento ou inventário de coleções (ativas ou de base), conservação das coleções (em câmaras frias, *in vitro* ou no campo na forma de “coleções vivas”), e caracterização e avaliação de germoplasma (respectivamente para descritores qualitativos ou morfológicos e quantitativos ou agronômicos).

No grupo dos “recursos naturais” disponíveis para o ser humano (reservas vegetais, animais, microrganismos e minerais existentes em uma região, país ou continente), os recursos genéticos apresentam destaque acentuado na qualidade de repositórios de genes. Esses recursos estão constituídos por populações de vegetais, animais e microrganismos com combinações genéticas definidas e plenamente adaptadas ao meio ambiente onde estão ocorrendo.

Embora a disponibilidade de recursos genéticos seja estratégica, parte deles possui valor potencial, tanto por não apresentar demanda expressiva para os atuais programas de pesquisa (devido ao desconhecimento das suas características), como, em muitos casos, pela não disponibilidade de formas específicas para determinadas finalidades, embora sua existência seja potencialmente conhecida.

Quanto à definição, localização e monitoramento dos recursos genéticos, a informática representa um papel preponderante tanto para as atividades de prospecção de espécies silvestres como no monitoramento da conservação *in situ* de áreas protegidas como as “reservas genéticas”. Em ambos os casos, por exemplo, é possível a utilização de técnicas de processamento de imagens obtidas por aproximação em torno de dez metros. Essa tecnologia permite após definida a metodologia, identificar indivíduos dentro de uma população, populações e até verificar a estabilidade da conservação de uma população no seu ambiente de diversidade primária ou secundária.

A riqueza de recursos genéticos está associada com a disponibilidade de um elevado número de formas ou combinações gênicas diferentes. Assim, de maneira geral, embora em muitas espécies utilizadas na agricultura estejam concentradas a maior parte das formas ou combinações gênicas de importância econômica, outros genes ou combinações desejáveis de genes podem estar disponíveis em outras espécies do mesmo gênero ou até em espécies de gêneros diferentes.

O termo “germoplasma” está relacionado com a estrutura física capaz de possibilitar a transmissão das características ou qualidades hereditárias de uma população, de maneira que a geração seguinte apresente características semelhantes à dos progenitores. Todavia, de forma mais abrangente, esse termo está relacionado com a porção dos recursos genéticos, com proteção da identidade genética dos componentes colocados à disposição do ser humano. Em sua essência, germoplasma é

o conjunto de materiais hereditários de uma espécie”. Dentro de uma coleção de germoplasma, geralmente relacionada com um gênero e suas espécies e em casos especiais também com gêneros de espécies afins, o ponto de destaque está relacionado com o número de formas genotípicas que apresentam combinações gênicas diferentes. Esta situação é denominada de “variabilidade genética” e se constitui no instrumento indicador da importância da coleção para as atividades de pesquisa, principalmente para aquelas relacionadas com o melhoramento genético.

Embora uma dada forma de combinação possa ser importante apesar de não se apresentar com uma frequência gênica expressiva, as formas ou combinações que apresentam frequências gênicas altas são de maior interesse, pois podem ser utilizadas mais rapidamente. Em termos gerais pode ser concluído que quanto maior a variabilidade genética disponível em uma coleção, maior será a sua importância para as ações de pesquisa, principalmente para o uso em programas de melhoramento genético.

Por outro lado, objetivando a conservação e disponibilidade de formas desejáveis, as coleções devem estar representadas com o maior número possível de combinações genéticas tanto em relação ao material coletado, quanto àquele obtido através do melhoramento genético. Desta maneira, a comunidade científica poderá dispor de níveis adequados de variabilidade genética “larga” (populações com alogamia) ou “estreita” (linhagens ou linhas puras), para atender as suas necessidades.

Para que a coleção de germoplasma se transforme em uma estrutura estratégica para atividades de pesquisa, um dos aspectos mais importantes a ser levado em consideração está relacionado com a definição das características do germoplasma. Para isto, os dados devem ser analisados por métodos estatístico-genéticos adequados, não somente para definir parâmetros genéticos, mas também para permitir agrupamento de componentes da coleção em função de suas similaridades.

Os elementos da coleção, formas ou combinações genéticas vêm sendo denominados “acessos”. Esta denominação tem a intenção de promover uma uniformização com os termos “accession” (em inglês) e “accesión” (em espanhol). Todavia, tanto no Brasil como no exterior, diversas instituições ainda os denominam de “entradas”, termo que provavelmente se refere “entrada” de um certo material diferente em uma coleção.

Cada acesso é único e não deve ser repetido. Isto significa que as combinações gênicas características do determinado acesso somente devem apresentar frequências gênicas elevadas em um ou poucos acessos, embora possam ocorrer com frequências gênicas baixas em outros acessos da coleção.

Existem inúmeras formas de acessos, sendo mais comuns as seguintes: populações silvestres, cultivares primitivas ou raças regionais, cultivares melhoradas,

linhagens introgressivas, linhagens preliminares, linhagens avançadas, mutantes induzidos, híbridos e compostos sintéticos.

O germoplasma não deve ser considerado estático (como material de museu), mas, ao contrário, deve ser trabalhado para a obtenção de informações ou para a manutenção da sua viabilidade. Todavia, toda ou qualquer manipulação sempre deve levar em consideração o emprego de metodologias adequadas para evitar alterações na sua estrutura genética.

Nesse aspecto, as atividades de documentação que utilizam sistemas de informática especificamente desenvolvidos para tal devem apresentar melhores níveis de informação sobre a distribuição geográfica das espécies e os ambientes adequados onde o germoplasma poderá expressar suas características genéticas.

Objetivando completar o processamento de dados sobre características visuais, o processamento de imagens utilizando tecnologia de “disco ótico” permite enriquecer as informações de coleta, caracterização ou avaliação com imagens, inclusive cores. Assim, através da utilização desses recursos é possível comparar informações sobre material herborizado, características ou descritores morfológicos e características obtidas em atividades de caracterização ou de avaliação.

Em ação complementar, as atividades relacionadas com a identificação de espécies obtidas em expedições de coleta ou com a identificação de patógenos e pragas em material obtido através do intercâmbio de germoplasma (detectados nos procedimentos de inspeção fitossanitária) aumentam sua eficiência através da utilização de “sistemas especialistas” desenvolvidos com tecnologia de “inteligência artificial”.

Os sistemas especialistas deverão ser desenvolvidos para atender atividades específicas ou especializadas, que exigem o estabelecimento de rotinas fundamentadas na experiência ou conhecimento de especialistas. Situações típicas são a identificação botânica do material coletado e a inspeção fitossanitária. No entanto, os sistemas deverão estar bem definidos quanto a sua abrangência, para evitar a organização de bases de dados e sistemas muito complexos. Inicialmente, os sistemas especialistas devem ser estruturados com a utilização de descritores “descritivos ou documentais”, para em uma etapa posterior serem enriquecidos com a inclusão de bases de dados de imagem.

A conservação da variabilidade genética do germoplasma utiliza procedimentos que evitam ou diminuem a ocorrência de níveis significativos de “erosão genética” (perda de genes), pois esta condição, qualquer que seja o nível, provocará situações de perda da identidade genética dos acessos mantidos na coleção. Estas perdas, além de provocar reduções acentuadas na variabilidade genética, também provocam situações em que a expressão gênica dos acessos não se manifesta plenamente, provavelmente pelo fato da perda dos genes ou combinações gênicas.

Os materiais utilizados para conservação de germoplasma podem variar desde sementes até tecidos, pólen, embriões, etc., mas sempre com o objetivo de que o material utilizado seja adequado para conservar as características genéticas da população típica do acesso, independentemente de ele ser um híbrido propagado vegetativamente ou em populações com diferentes estruturas genéticas, composto sintético ou populações alógamas e autógamas.

De forma geral, os princípios básicos da conservação sempre observam o modo reprodutivo da espécie (alogamia, autogamia ou populações mistas) e a utilização de amostras que possam representar a variabilidade genética da população que está sendo conservada, levando em conta o tamanho efetivo da amostra.

Em relação à metodologia de conservação, diversos procedimentos são utilizados, tais como: conservação de sementes em câmaras frias, conservação de clones em “coleções vivas” ou conservação de sementes ou embriões utilizando técnicas de “criopreservação” com o uso do nitrogênio líquido (- 196° C).

Existem diversas tecnologias de informática disponíveis para auxiliar no processo de conservação de germoplasma. Dentre essas merecem destaque aquelas relacionadas com o monitoramento automatizado da época de regeneração dos acessos conservados em coleções de base *ex situ* ou *in situ*. No primeiro caso, tanto em laboratórios especiais (sementes conservadas em câmaras, cultura de tecidos ou criopreservação) como em condições de campo (“coleções vivas” de plantas frutíferas, forrageiras e outras). No caso da conservação *in situ*, as coleções são mantidas em locais protegidos dentro dos seus “centros de diversidade”, tais como as próprias “reservas genéticas”.

O monitoramento automatizado das coleções de germoplasma mantidas em câmaras frias, com auxílio da informática, depende da definição prévia de parâmetros típicos da espécie. Entre esses, os fundamentais são: os níveis adequados do poder germinativo para as diferentes espécies, o número de sementes necessário para compor pelo menos duas amostras que caracterizem a variabilidade genética do acesso e o período para a reanálise do poder germinativo. Inicialmente, quando não se conhece as características de uma espécie, os períodos são curtos, de 3 a 5 anos, porém podem ser maiores em função do sistema adotado para a conservação do germoplasma.

Assim, para câmaras frias com temperaturas próximas de 0° C, o período para a reanálise, dependendo da espécie, pode variar de 5 a 10 anos. Já para o armazenamento em câmaras frias com temperaturas a menos de 20° C, esse período pode variar entre 30 e 50 anos, e para o caso da “criopreservação”, o período de reanálise pode ser estabelecido, teoricamente, para mais de 30 anos.

Qualquer que seja a tecnologia de conservação, os usuários ou responsáveis pelo monitoramento da coleção de germoplasma, periodicamente e de forma sistemática recebem listagens contendo os acessos que devem ser regenerados.

Por outro lado, o monitoramento do germoplasma conservado utilizando a técnica de cultura de tecidos conta com o apoio da informática através do processamento de imagens. Esta tecnologia permite que o computador identifique o material que apresente características ou parâmetros previamente estabelecidos como indicadores para que a replicagem e renovação sejam efetuadas no menor prazo possível. De forma similar ao caso anterior, os usuários ou responsáveis pelo monitoramento também recebem listagens contendo os acessos que devem ser replicados e renovados.

Em relação ao germoplasma conservado em reservas genéticas, o processamento de imagens obtidas por satélite permite o acompanhamento das matizes selecionadas e inclusive verifica o grau de depredação que possa estar ocorrendo na reserva. Com esses recursos, os responsáveis pelo monitoramento da coleção poderão tomar decisões que auxiliem na conservação e até no policiamento da reserva.