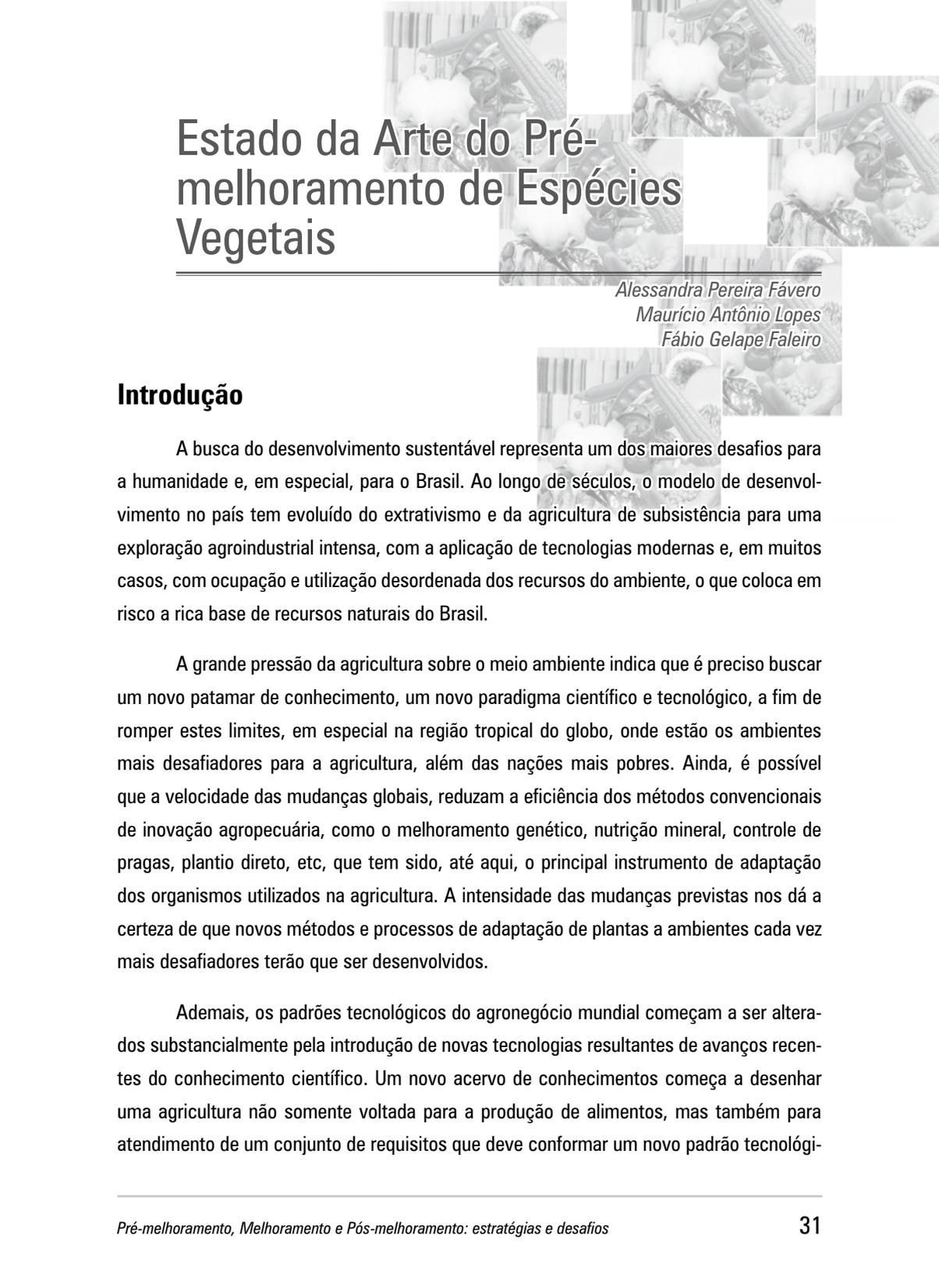




ESTADO DA ARTE DO PRÉ-MELHORAMENTO DE ESPÉCIES VEGETAIS



Estado da Arte do Pré-melhoramento de Espécies Vegetais

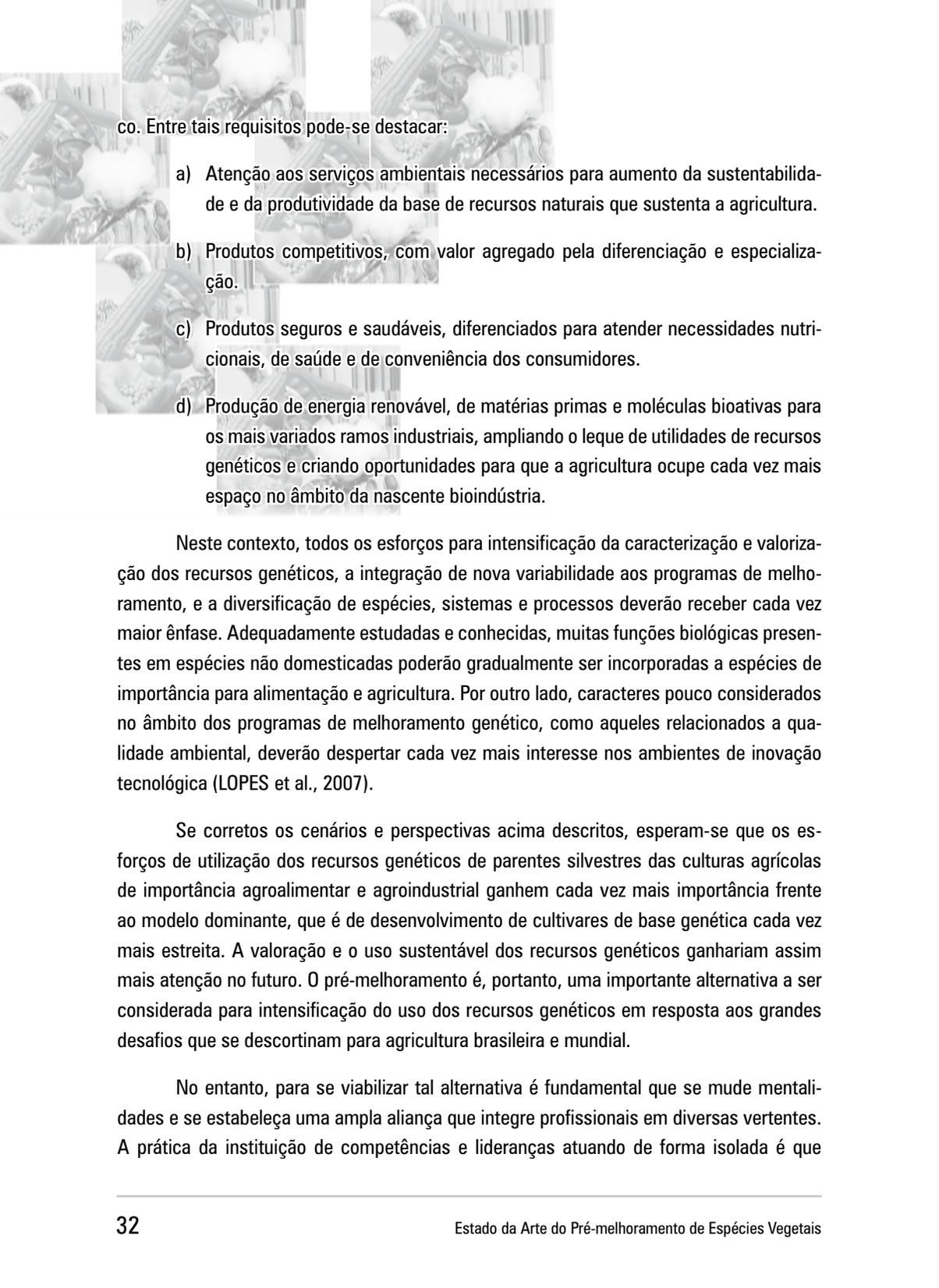
*Alessandra Pereira Fávero
Maurício Antônio Lopes
Fábio Gelape Faleiro*

Introdução

A busca do desenvolvimento sustentável representa um dos maiores desafios para a humanidade e, em especial, para o Brasil. Ao longo de séculos, o modelo de desenvolvimento no país tem evoluído do extrativismo e da agricultura de subsistência para uma exploração agroindustrial intensa, com a aplicação de tecnologias modernas e, em muitos casos, com ocupação e utilização desordenada dos recursos do ambiente, o que coloca em risco a rica base de recursos naturais do Brasil.

A grande pressão da agricultura sobre o meio ambiente indica que é preciso buscar um novo patamar de conhecimento, um novo paradigma científico e tecnológico, a fim de romper estes limites, em especial na região tropical do globo, onde estão os ambientes mais desafiadores para a agricultura, além das nações mais pobres. Ainda, é possível que a velocidade das mudanças globais, reduzam a eficiência dos métodos convencionais de inovação agropecuária, como o melhoramento genético, nutrição mineral, controle de pragas, plantio direto, etc, que tem sido, até aqui, o principal instrumento de adaptação dos organismos utilizados na agricultura. A intensidade das mudanças previstas nos dá a certeza de que novos métodos e processos de adaptação de plantas a ambientes cada vez mais desafiadores terão que ser desenvolvidos.

Ademais, os padrões tecnológicos do agronegócio mundial começam a ser alterados substancialmente pela introdução de novas tecnologias resultantes de avanços recentes do conhecimento científico. Um novo acervo de conhecimentos começa a desenhar uma agricultura não somente voltada para a produção de alimentos, mas também para atendimento de um conjunto de requisitos que deve conformar um novo padrão tecnológi-



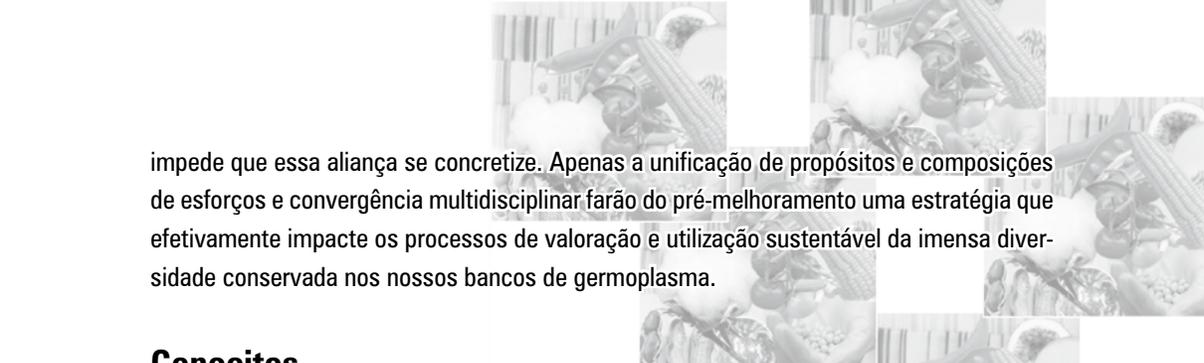
co. Entre tais requisitos pode-se destacar:

- a) Atenção aos serviços ambientais necessários para aumento da sustentabilidade e da produtividade da base de recursos naturais que sustenta a agricultura.
- b) Produtos competitivos, com valor agregado pela diferenciação e especialização.
- c) Produtos seguros e saudáveis, diferenciados para atender necessidades nutricionais, de saúde e de conveniência dos consumidores.
- d) Produção de energia renovável, de matérias primas e moléculas bioativas para os mais variados ramos industriais, ampliando o leque de utilidades de recursos genéticos e criando oportunidades para que a agricultura ocupe cada vez mais espaço no âmbito da nascente bioindústria.

Neste contexto, todos os esforços para intensificação da caracterização e valorização dos recursos genéticos, a integração de nova variabilidade aos programas de melhoramento, e a diversificação de espécies, sistemas e processos deverão receber cada vez maior ênfase. Adequadamente estudadas e conhecidas, muitas funções biológicas presentes em espécies não domesticadas poderão gradualmente ser incorporadas a espécies de importância para alimentação e agricultura. Por outro lado, caracteres pouco considerados no âmbito dos programas de melhoramento genético, como aqueles relacionados a qualidade ambiental, deverão despertar cada vez mais interesse nos ambientes de inovação tecnológica (LOPES et al., 2007).

Se corretos os cenários e perspectivas acima descritos, esperam-se que os esforços de utilização dos recursos genéticos de parentes silvestres das culturas agrícolas de importância agroalimentar e agroindustrial ganhem cada vez mais importância frente ao modelo dominante, que é de desenvolvimento de cultivares de base genética cada vez mais estreita. A valoração e o uso sustentável dos recursos genéticos ganhariam assim mais atenção no futuro. O pré-melhoramento é, portanto, uma importante alternativa a ser considerada para intensificação do uso dos recursos genéticos em resposta aos grandes desafios que se descortinam para agricultura brasileira e mundial.

No entanto, para se viabilizar tal alternativa é fundamental que se mude mentalidades e se estabeleça uma ampla aliança que integre profissionais em diversas vertentes. A prática da instituição de competências e lideranças atuando de forma isolada é que



impede que essa aliança se concretize. Apenas a unificação de propósitos e composições de esforços e convergência multidisciplinar farão do pré-melhoramento uma estratégia que efetivamente impacte os processos de valoração e utilização sustentável da imensa diversidade conservada nos nossos bancos de germoplasma.

Conceitos

A palavra pré-melhoramento foi traduzida a partir de termos vindos do inglês como *pre-breeding*, *introgression breeding*, *genetic base broadening* ou *germplasm enhancement*. Pode-se definir pré-melhoramento como sendo os programas que visam à identificação de genes e características de interesse em germoplasma exótico ou em populações que não foram submetidas a qualquer processo de melhoramento (parentes silvestres e raças locais), e sua posterior incorporação em materiais elites agronomicamente adaptados (NASS; PATERNIANI, 2000). Chama-se de exótico germoplasma como parentes silvestres, populações locais (*landraces*), cultivares obsoletas, linhas avançadas do melhoramento, mutantes e outros. Uma outra definição poderia ser a transferência ou introgressão de genes e combinações de genes a partir de germoplasma não-adaptado em materiais de melhoramento (ORTIZ, 2002).

Pode-se dizer então que o pré-melhoramento é a “ponte” entre as atividades de recursos genéticos e os programas de melhoramento (NASS et al., 2001). É usado para definir a fase do desenvolvimento do germoplasma em materiais mais atrativos aos melhoristas. Contudo, o conceito de pré-melhoramento pode também variar de acordo com a espécie. O que é pré-melhoramento em espécies anuais, como feijão ou maracujá, pode ser considerado melhoramento em espécies perenes, como no eucalipto.

Para o futuro, no entanto, é importante pensar em conceitos mais inclusivos, reconheçam o surgimento de novas oportunidades para utilização de variabilidade genética, bem como novos usuários que buscam recursos “customizados” para diferentes fins. Em sintonia com esta visão poder-se-ia conceituar o pré-melhoramento como atividades orientadas para a identificação de características, funções biológicas, genes ou conjuntos gênicos desejáveis, em materiais não adaptados, semi-adaptados ou que não sofreram nenhuma forma de seleção, e sua mobilização para materiais potencialmente úteis a diferentes usuários de variabilidade genética. Este conceito abre perspectivas para se identificar e “customizar” variabilidade para atendimento às necessidades de múltiplos usuários.

A dificuldade em realizar as atividades de pré-melhoramento dependerá da similaridade entre os materiais que estão envolvidos como genitores. Na Fig. 1 podem ser observados os conjuntos gênicos de acordo com Harlan e De Wet (1971). Quando os genitores são do mesmo conjunto gênico, é possível o cruzamento entre eles gerando descendentes férteis (GP1). Quando há dificuldade de cruzamentos, muitas vezes entre espécies distintas, há a geração de híbridos parcialmente férteis (GP2). Já em casos em que a transferência é impossível (GP3), necessita-se de técnicas como a transgenia para introgridir os genes de uma espécie tão distante para a espécie cultivada.

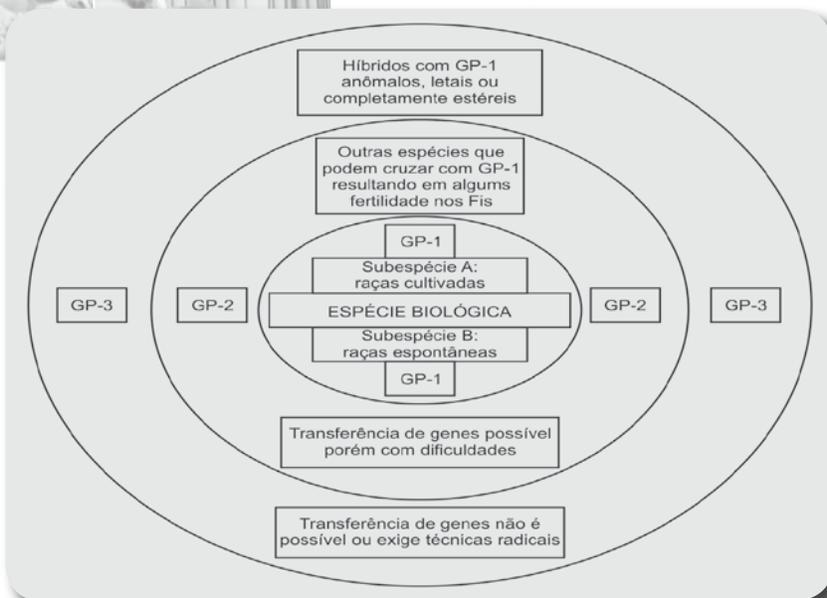
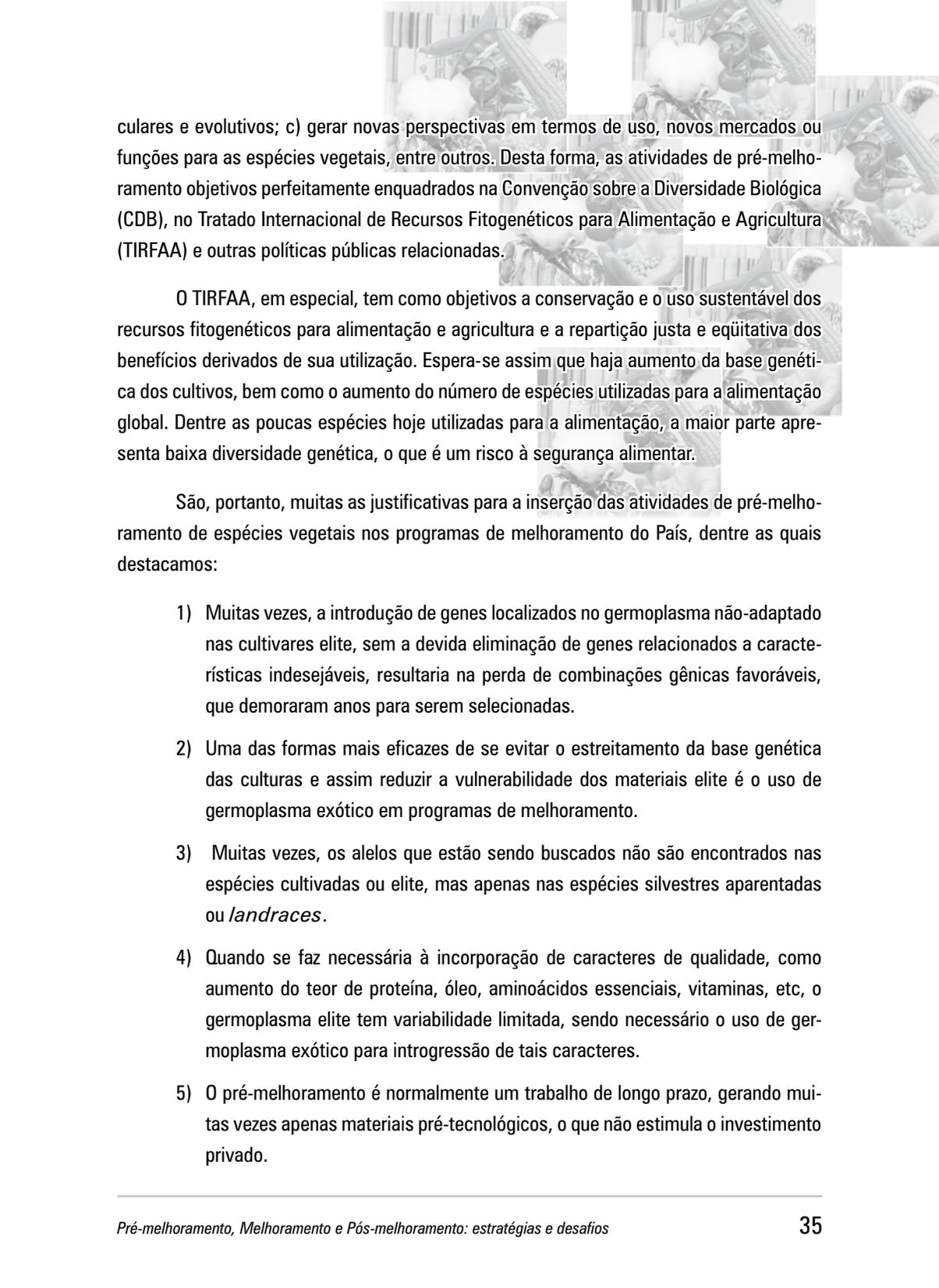


Fig. 1. Conjuntos gênicos primário (GP1), secundário (GP2) e terciário (GP3), segundo Harlan e De Wet (1971), extraído de Nass et al. (2001).

Em que o pré-melhoramento se distingue do melhoramento? Segundo Duvick (1990), o conceito de pré-melhoramento levanta o problema da vulnerabilidade genética e esta acaba sendo é um produto de um programa de melhoramento genético de sucesso.

Por que Realizar Atividades de Pré-melhoramento?

Por meio da valoração e do uso do germoplasma é possível: a) auxiliar programas de melhoramento na ampliação da base genética das culturas; b) realizar estudos mole-

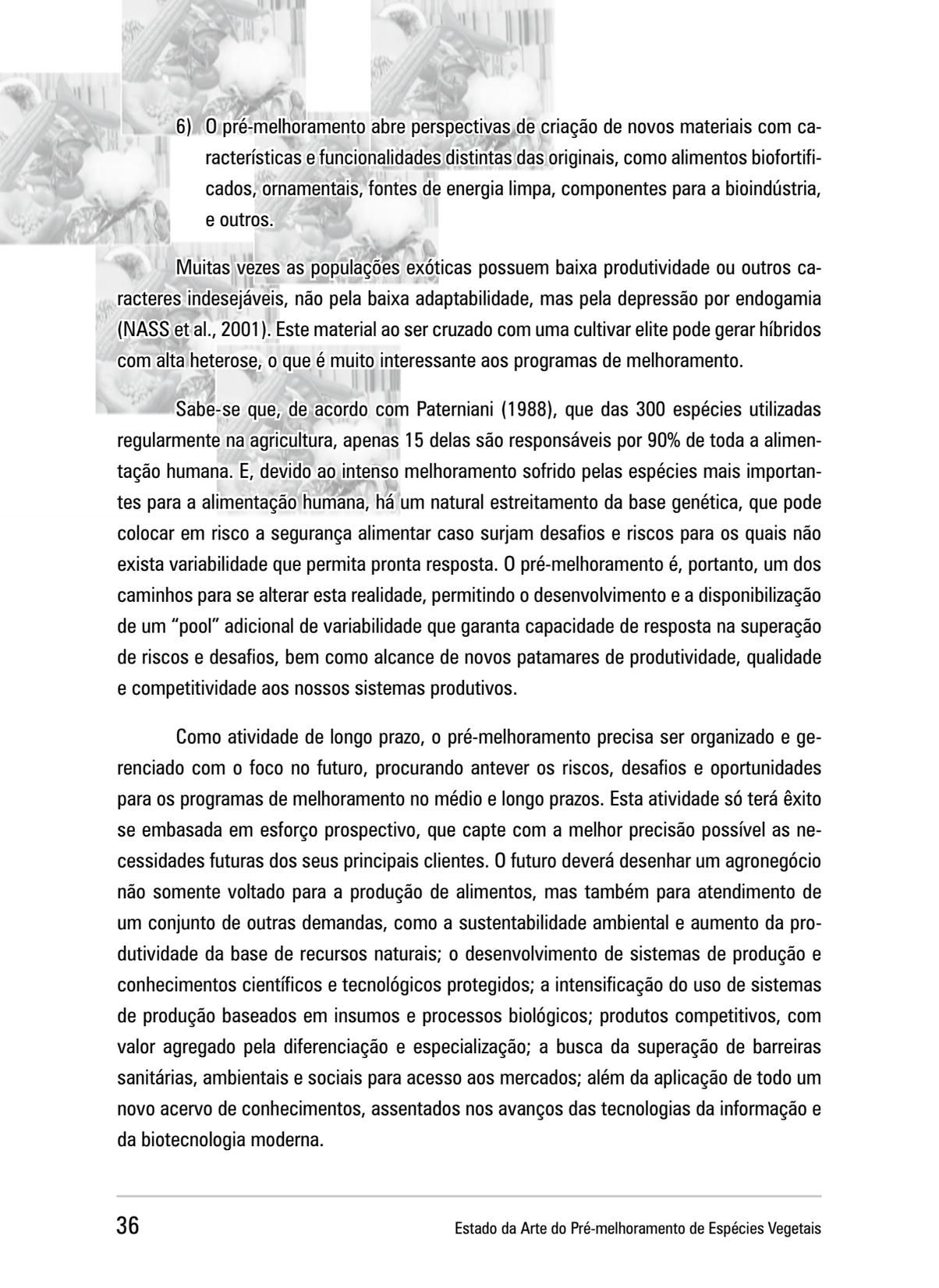


culares e evolutivos; c) gerar novas perspectivas em termos de uso, novos mercados ou funções para as espécies vegetais, entre outros. Desta forma, as atividades de pré-melhoramento objetivos perfeitamente enquadrados na Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), no Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura (TIRFAA) e outras políticas públicas relacionadas.

O TIRFAA, em especial, tem como objetivos a conservação e o uso sustentável dos recursos fitogenéticos para alimentação e agricultura e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados de sua utilização. Espera-se assim que haja aumento da base genética dos cultivos, bem como o aumento do número de espécies utilizadas para a alimentação global. Dentre as poucas espécies hoje utilizadas para a alimentação, a maior parte apresenta baixa diversidade genética, o que é um risco à segurança alimentar.

São, portanto, muitas as justificativas para a inserção das atividades de pré-melhoramento de espécies vegetais nos programas de melhoramento do País, dentre as quais destacamos:

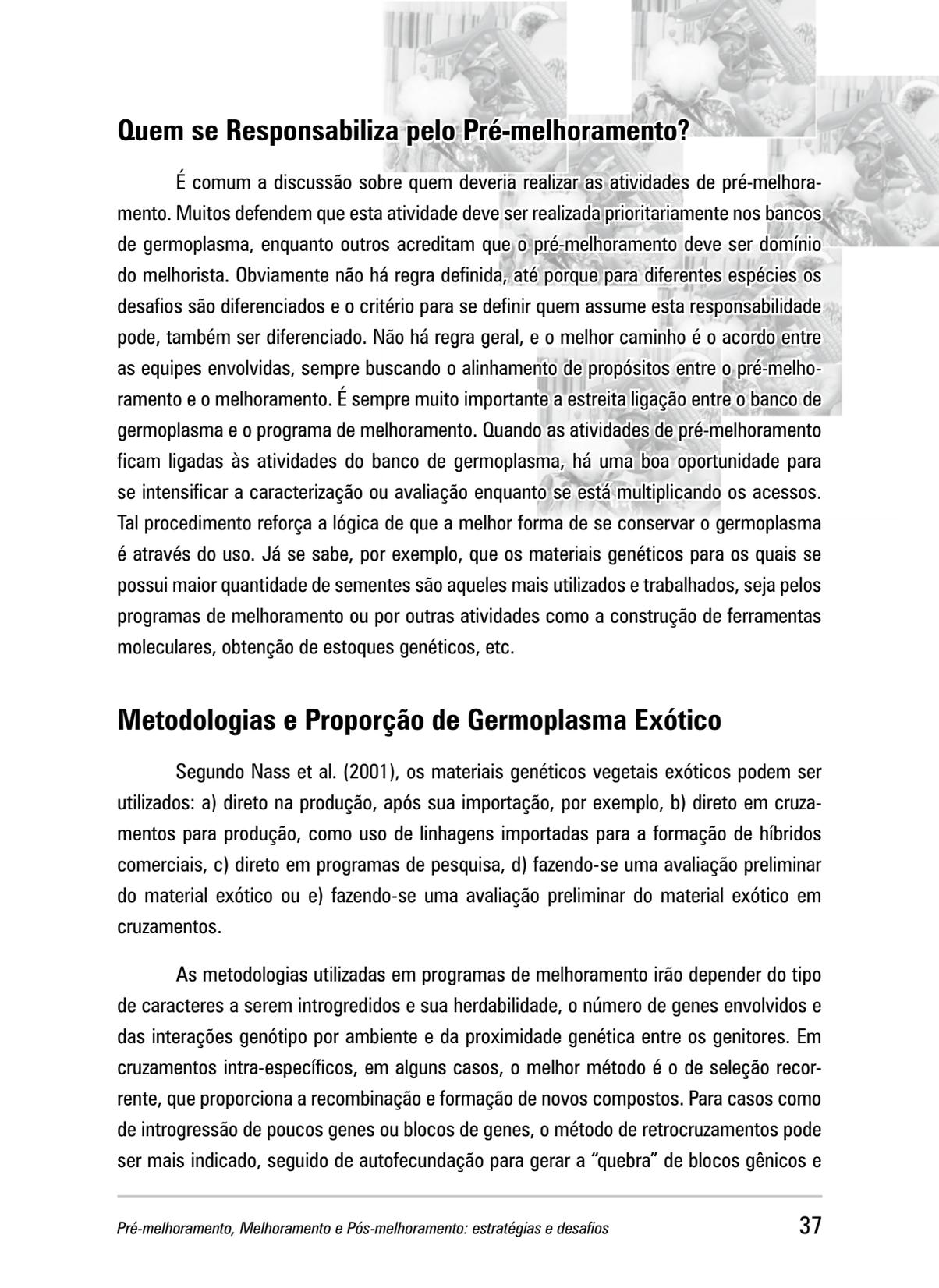
- 1) Muitas vezes, a introdução de genes localizados no germoplasma não-adaptado nas cultivares elite, sem a devida eliminação de genes relacionados a características indesejáveis, resultaria na perda de combinações gênicas favoráveis, que demoraram anos para serem selecionadas.
- 2) Uma das formas mais eficazes de se evitar o estreitamento da base genética das culturas e assim reduzir a vulnerabilidade dos materiais elite é o uso de germoplasma exótico em programas de melhoramento.
- 3) Muitas vezes, os alelos que estão sendo buscados não são encontrados nas espécies cultivadas ou elite, mas apenas nas espécies silvestres aparentadas ou *landraces*.
- 4) Quando se faz necessária à incorporação de caracteres de qualidade, como aumento do teor de proteína, óleo, aminoácidos essenciais, vitaminas, etc, o germoplasma elite tem variabilidade limitada, sendo necessário o uso de germoplasma exótico para introgressão de tais caracteres.
- 5) O pré-melhoramento é normalmente um trabalho de longo prazo, gerando muitas vezes apenas materiais pré-tecnológicos, o que não estimula o investimento privado.

- 
- 6) O pré-melhoramento abre perspectivas de criação de novos materiais com características e funcionalidades distintas das originais, como alimentos biofortificados, ornamentais, fontes de energia limpa, componentes para a bioindústria, e outros.

Muitas vezes as populações exóticas possuem baixa produtividade ou outros caracteres indesejáveis, não pela baixa adaptabilidade, mas pela depressão por endogamia (NASS et al., 2001). Este material ao ser cruzado com uma cultivar elite pode gerar híbridos com alta heterose, o que é muito interessante aos programas de melhoramento.

Sabe-se que, de acordo com Paterniani (1988), que das 300 espécies utilizadas regularmente na agricultura, apenas 15 delas são responsáveis por 90% de toda a alimentação humana. E, devido ao intenso melhoramento sofrido pelas espécies mais importantes para a alimentação humana, há um natural estreitamento da base genética, que pode colocar em risco a segurança alimentar caso surjam desafios e riscos para os quais não exista variabilidade que permita pronta resposta. O pré-melhoramento é, portanto, um dos caminhos para se alterar esta realidade, permitindo o desenvolvimento e a disponibilização de um "pool" adicional de variabilidade que garanta capacidade de resposta na superação de riscos e desafios, bem como alcance de novos patamares de produtividade, qualidade e competitividade aos nossos sistemas produtivos.

Como atividade de longo prazo, o pré-melhoramento precisa ser organizado e gerenciado com o foco no futuro, procurando antever os riscos, desafios e oportunidades para os programas de melhoramento no médio e longo prazos. Esta atividade só terá êxito se embasada em esforço prospectivo, que capte com a melhor precisão possível as necessidades futuras dos seus principais clientes. O futuro deverá desenhar um agronegócio não somente voltado para a produção de alimentos, mas também para atendimento de um conjunto de outras demandas, como a sustentabilidade ambiental e aumento da produtividade da base de recursos naturais; o desenvolvimento de sistemas de produção e conhecimentos científicos e tecnológicos protegidos; a intensificação do uso de sistemas de produção baseados em insumos e processos biológicos; produtos competitivos, com valor agregado pela diferenciação e especialização; a busca da superação de barreiras sanitárias, ambientais e sociais para acesso aos mercados; além da aplicação de todo um novo acervo de conhecimentos, assentados nos avanços das tecnologias da informação e da biotecnologia moderna.

A collage of grayscale images related to agriculture and plant breeding, including farmers in a field, laboratory equipment, and close-ups of plants and seeds.

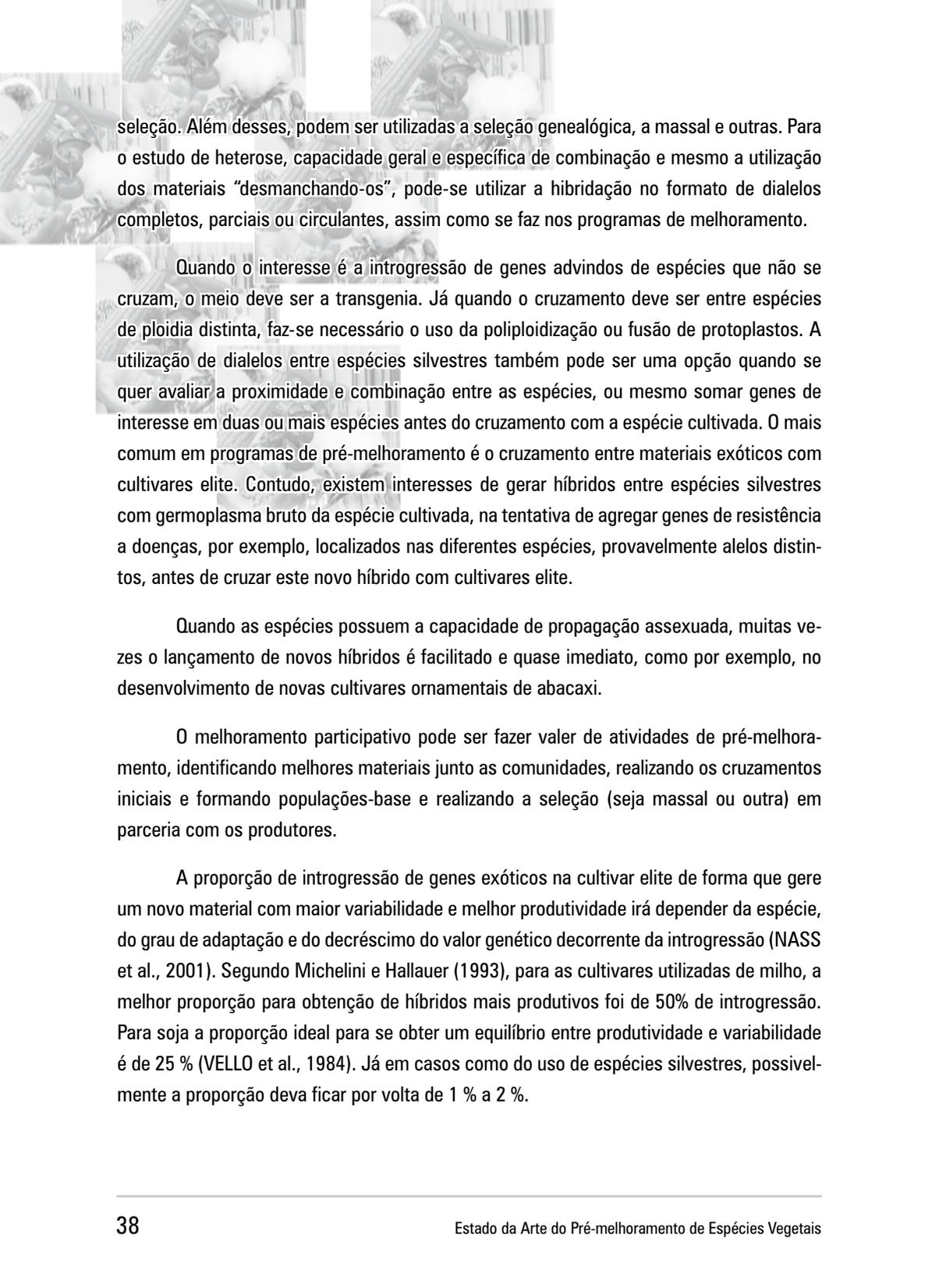
Quem se Responsabiliza pelo Pré-melhoramento?

É comum a discussão sobre quem deveria realizar as atividades de pré-melhoramento. Muitos defendem que esta atividade deve ser realizada prioritariamente nos bancos de germoplasma, enquanto outros acreditam que o pré-melhoramento deve ser domínio do melhorista. Obviamente não há regra definida, até porque para diferentes espécies os desafios são diferenciados e o critério para se definir quem assume esta responsabilidade pode, também ser diferenciado. Não há regra geral, e o melhor caminho é o acordo entre as equipes envolvidas, sempre buscando o alinhamento de propósitos entre o pré-melhoramento e o melhoramento. É sempre muito importante a estreita ligação entre o banco de germoplasma e o programa de melhoramento. Quando as atividades de pré-melhoramento ficam ligadas às atividades do banco de germoplasma, há uma boa oportunidade para se intensificar a caracterização ou avaliação enquanto se está multiplicando os acessos. Tal procedimento reforça a lógica de que a melhor forma de se conservar o germoplasma é através do uso. Já se sabe, por exemplo, que os materiais genéticos para os quais se possui maior quantidade de sementes são aqueles mais utilizados e trabalhados, seja pelos programas de melhoramento ou por outras atividades como a construção de ferramentas moleculares, obtenção de estoques genéticos, etc.

Metodologias e Proporção de Germoplasma Exótico

Segundo Nass et al. (2001), os materiais genéticos vegetais exóticos podem ser utilizados: a) direto na produção, após sua importação, por exemplo, b) direto em cruzamentos para produção, como uso de linhagens importadas para a formação de híbridos comerciais, c) direto em programas de pesquisa, d) fazendo-se uma avaliação preliminar do material exótico ou e) fazendo-se uma avaliação preliminar do material exótico em cruzamentos.

As metodologias utilizadas em programas de melhoramento irão depender do tipo de caracteres a serem introgrididos e sua herdabilidade, o número de genes envolvidos e das interações genótipo por ambiente e da proximidade genética entre os genitores. Em cruzamentos intra-específicos, em alguns casos, o melhor método é o de seleção recorrente, que proporciona a recombinação e formação de novos compostos. Para casos como de introgressão de poucos genes ou blocos de genes, o método de retrocruzamentos pode ser mais indicado, seguido de autofecundação para gerar a “quebra” de blocos gênicos e



seleção. Além desses, podem ser utilizadas a seleção genealógica, a massal e outras. Para o estudo de heterose, capacidade geral e específica de combinação e mesmo a utilização dos materiais “desmanchando-os”, pode-se utilizar a hibridação no formato de diaelos completos, parciais ou circulantes, assim como se faz nos programas de melhoramento.

Quando o interesse é a introgressão de genes advindos de espécies que não se cruzam, o meio deve ser a transgenia. Já quando o cruzamento deve ser entre espécies de ploidia distinta, faz-se necessário o uso da poliploidização ou fusão de protoplastos. A utilização de diaelos entre espécies silvestres também pode ser uma opção quando se quer avaliar a proximidade e combinação entre as espécies, ou mesmo somar genes de interesse em duas ou mais espécies antes do cruzamento com a espécie cultivada. O mais comum em programas de pré-melhoramento é o cruzamento entre materiais exóticos com cultivares elite. Contudo, existem interesses de gerar híbridos entre espécies silvestres com germoplasma bruto da espécie cultivada, na tentativa de agregar genes de resistência a doenças, por exemplo, localizados nas diferentes espécies, provavelmente alelos distintos, antes de cruzar este novo híbrido com cultivares elite.

Quando as espécies possuem a capacidade de propagação assexuada, muitas vezes o lançamento de novos híbridos é facilitado e quase imediato, como por exemplo, no desenvolvimento de novas cultivares ornamentais de abacaxi.

O melhoramento participativo pode ser fazer valer de atividades de pré-melhoramento, identificando melhores materiais junto as comunidades, realizando os cruzamentos iniciais e formando populações-base e realizando a seleção (seja massal ou outra) em parceria com os produtores.

A proporção de introgressão de genes exóticos na cultivar elite de forma que gere um novo material com maior variabilidade e melhor produtividade irá depender da espécie, do grau de adaptação e do decréscimo do valor genético decorrente da introgressão (NASS et al., 2001). Segundo Micheline e Hallauer (1993), para as cultivares utilizadas de milho, a melhor proporção para obtenção de híbridos mais produtivos foi de 50% de introgressão. Para soja a proporção ideal para se obter um equilíbrio entre produtividade e variabilidade é de 25 % (VELLO et al., 1984). Já em casos como do uso de espécies silvestres, possivelmente a proporção deva ficar por volta de 1 % a 2 %.

Limitações

São vários os fatores que tornam a utilização de recursos genéticos não adaptados difícil, limitada ou mesmo inviável. Os mais importantes são:

- a) Desconhecimento do potencial de estratégias de mobilização de variabilidade para os programas de melhoramento.
- b) Visão imediatista, centrada em resultados de curto prazo.
- c) Carência de profissionais treinados e preparados para dedicação a programas de longo prazo.
- d) Falta de germoplasma caracterizado, avaliado, documentado e disponível.
- e) Ligação entre genes de interesse e genes indesejáveis.
- f) O marco legal vigente, que limita acesso e uso de espécies nativas ou naturalizadas.

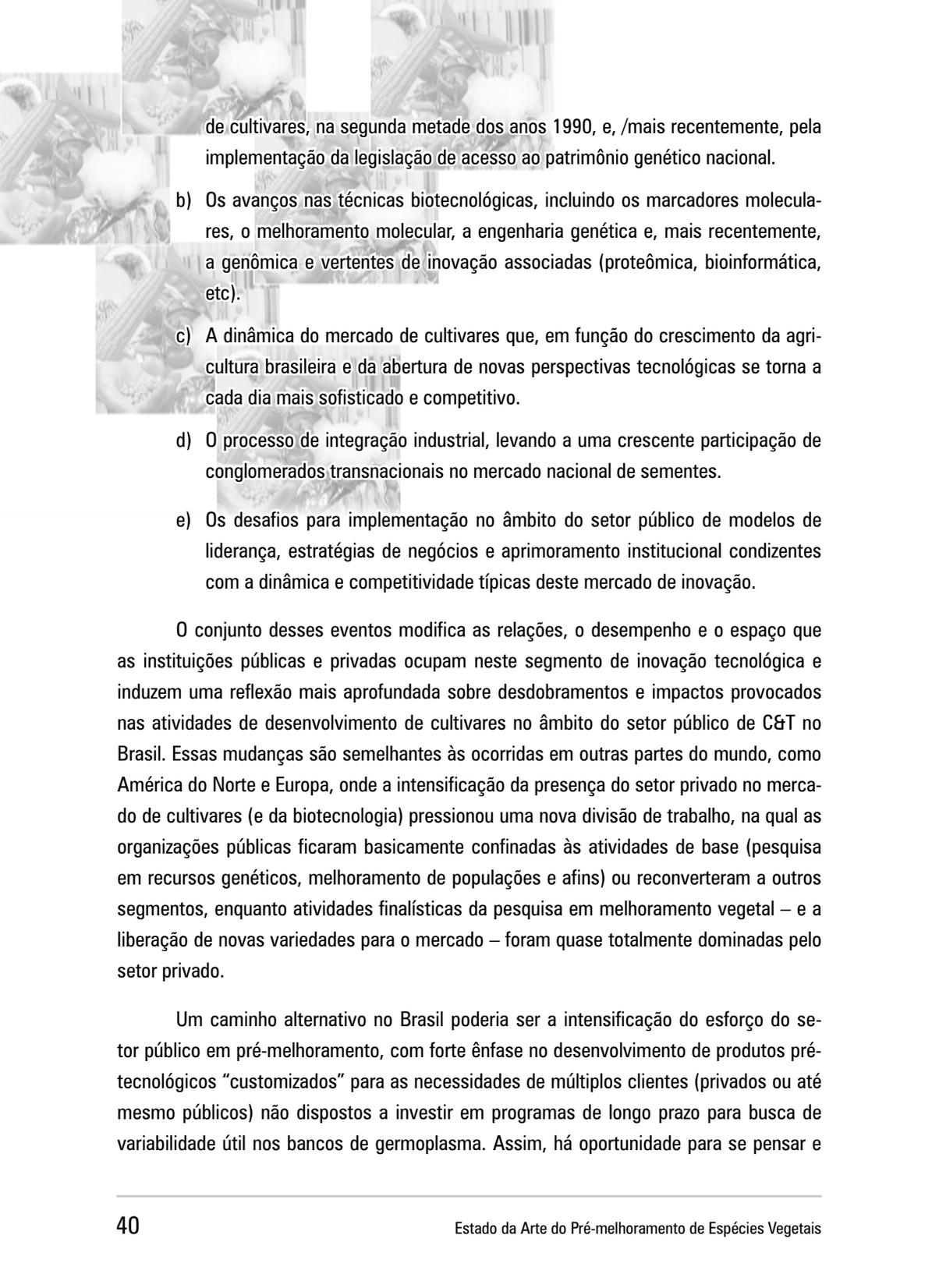
Segundo Marshall (1989), a falta de atividades de pré-melhoramento é apontada como uma das principais limitações para o baixo uso do germoplasma, bem como a falta de melhoristas para as tantas culturas negligenciadas e com potencial de uso.

Segundo dados da FAO, quando o assunto é melhoramento genético, sabe-se que a situação da capacitação mundial de pesquisadores na área é considerada insatisfatória. A situação da valoração e do uso de recursos genéticos é considerada mais grave ainda (GUIMARÃES, 2006).

O Pré-Melhoramento no Mercado de Inovação Tecnológica

Apesar do grande sucesso dos programas públicos de melhoramento genético vegetal no Brasil protoplastos, muitos eventos têm modificado o equilíbrio deste segmento de inovação, alterando as relações entre a oferta e a demanda de tecnologias. De acordo com Castro et al. (2004), estes eventos incluem:

- a) A implementação do novo arcabouço legal de proteção do conhecimento, representado pelas legislações de propriedade industrial (patentes) e proteção

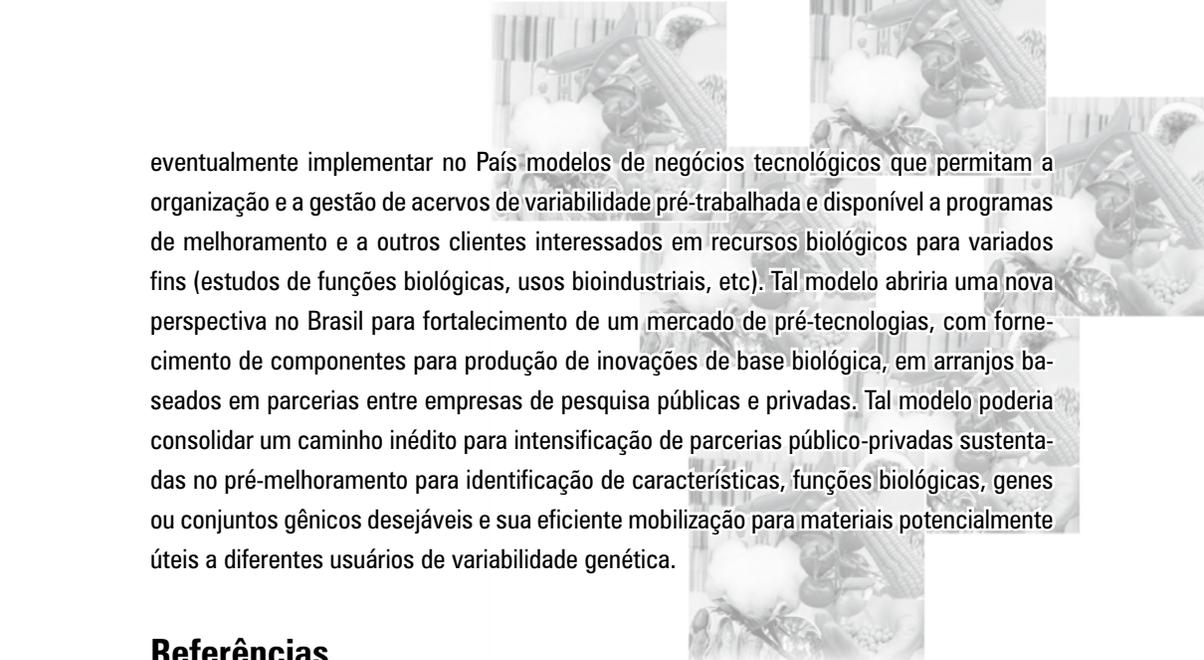


de cultivares, na segunda metade dos anos 1990, e, /mais recentemente, pela implementação da legislação de acesso ao patrimônio genético nacional.

- b) Os avanços nas técnicas biotecnológicas, incluindo os marcadores moleculares, o melhoramento molecular, a engenharia genética e, mais recentemente, a genômica e vertentes de inovação associadas (proteômica, bioinformática, etc).
- c) A dinâmica do mercado de cultivares que, em função do crescimento da agricultura brasileira e da abertura de novas perspectivas tecnológicas se torna a cada dia mais sofisticado e competitivo.
- d) O processo de integração industrial, levando a uma crescente participação de conglomerados transnacionais no mercado nacional de sementes.
- e) Os desafios para implementação no âmbito do setor público de modelos de liderança, estratégias de negócios e aprimoramento institucional condizentes com a dinâmica e competitividade típicas deste mercado de inovação.

O conjunto desses eventos modifica as relações, o desempenho e o espaço que as instituições públicas e privadas ocupam neste segmento de inovação tecnológica e induzem uma reflexão mais aprofundada sobre desdobramentos e impactos provocados nas atividades de desenvolvimento de cultivares no âmbito do setor público de C&T no Brasil. Essas mudanças são semelhantes às ocorridas em outras partes do mundo, como América do Norte e Europa, onde a intensificação da presença do setor privado no mercado de cultivares (e da biotecnologia) pressionou uma nova divisão de trabalho, na qual as organizações públicas ficaram basicamente confinadas às atividades de base (pesquisa em recursos genéticos, melhoramento de populações e afins) ou reverteram a outros segmentos, enquanto atividades finalísticas da pesquisa em melhoramento vegetal – e a liberação de novas variedades para o mercado – foram quase totalmente dominadas pelo setor privado.

Um caminho alternativo no Brasil poderia ser a intensificação do esforço do setor público em pré-melhoramento, com forte ênfase no desenvolvimento de produtos pré-tecnológicos “customizados” para as necessidades de múltiplos clientes (privados ou até mesmo públicos) não dispostos a investir em programas de longo prazo para busca de variabilidade útil nos bancos de germoplasma. Assim, há oportunidade para se pensar e



eventualmente implementar no País modelos de negócios tecnológicos que permitam a organização e a gestão de acervos de variabilidade pré-trabalhada e disponível a programas de melhoramento e a outros clientes interessados em recursos biológicos para variados fins (estudos de funções biológicas, usos bioindustriais, etc). Tal modelo abriria uma nova perspectiva no Brasil para fortalecimento de um mercado de pré-tecnologias, com fornecimento de componentes para produção de inovações de base biológica, em arranjos baseados em parcerias entre empresas de pesquisa públicas e privadas. Tal modelo poderia consolidar um caminho inédito para intensificação de parcerias público-privadas sustentadas no pré-melhoramento para identificação de características, funções biológicas, genes ou conjuntos gênicos desejáveis e sua eficiente mobilização para materiais potencialmente úteis a diferentes usuários de variabilidade genética.

Referências

CASTRO, A. M. G.; LOPES, M. A.; LIMA, S. M. V.; BRESCIANI, J. C. Cenários do setor de sementes e estratégia tecnológica. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 3, p. 58-72, 2004.

DUVICK, D. N. Genetic enhancement and plant breeding. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Ed.). **Advances in new crops**. Portland: Timber Press, 1990. p. 90-96.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Report of the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture**. Rome, 1996.

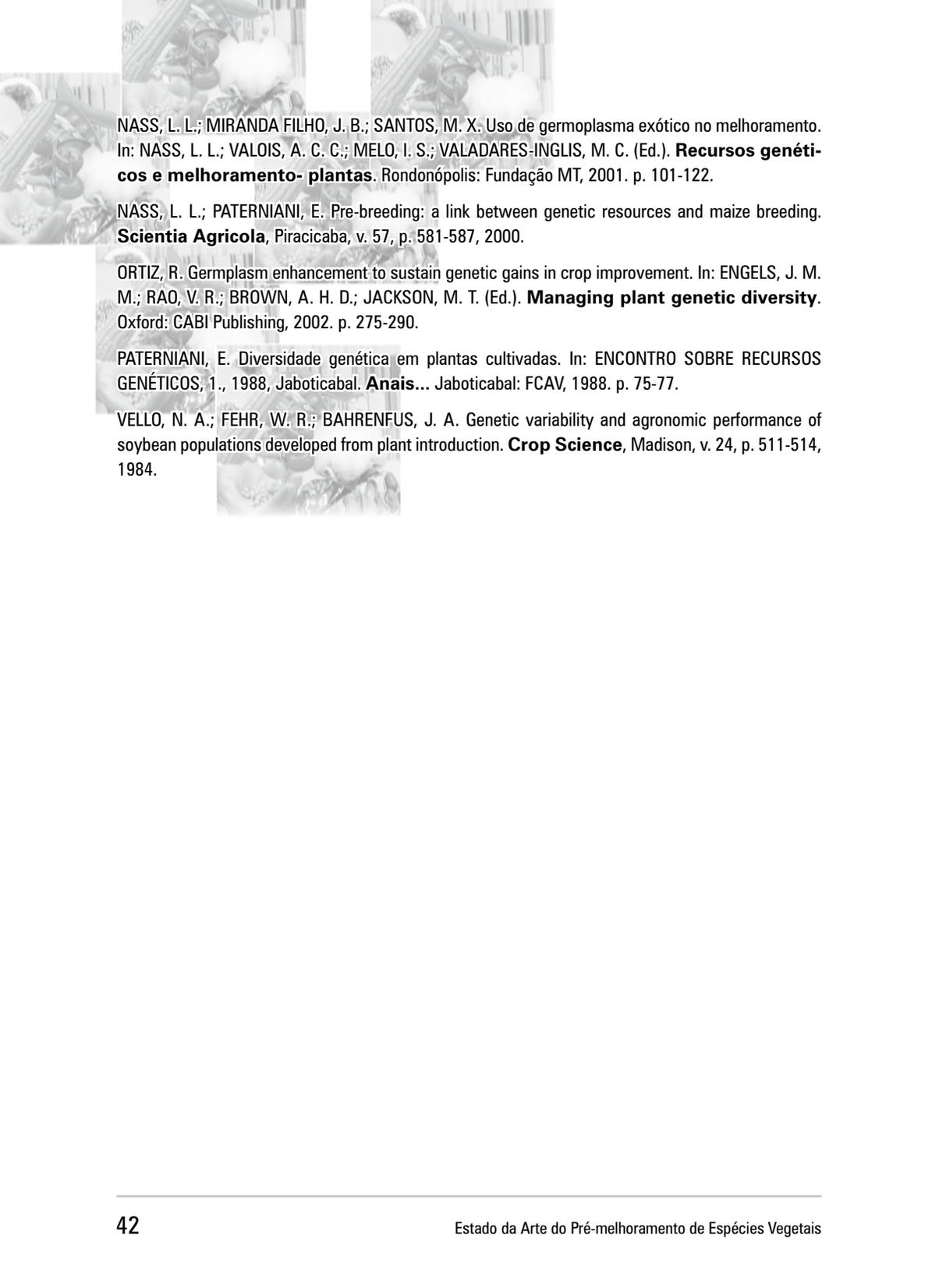
GUIMARÃES, E. Iniciativas globais de capacitação em pré-melhoramento e melhoramento vegetal e ações da FAO para promoção do uso de recursos genéticos para alimentação e agricultura. In: LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. (Org.). **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 27-29. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

LOPES, M. A.; NASS, L. L.; MELO, I. S. Bioprospecção. In: BORÉM, A.; GIUDICE, M. del (Ed.). **Biotecnologia e meio ambiente**. Viçosa: Suprema, 2007. p. 77-106.

HARLAN, J. R.; DE WET, J. M. J. Toward a rational classification of cultivated plants. **Taxon**, Utrecht, v. 20, p. 509-517, 1971.

MARSHALL, D. R. Limitations to the use of germplasm collections. In: BROWN, A. D. H.; MARSHAL, D. R.; FRANKEL, O.; WILLIAMS, J. T. (Ed.). **The use of plant genetic resources**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. p. 105-119.

MICHELINI, L. A.; HALLAUER, A. R. Evaluation of exotic and adapted maize (*Zea mays* L.) germplasm crosses. **Maydica**, Bergamo, v. 38, p. 275-282, 1993.



NASS, L. L.; MIRANDA FILHO, J. B.; SANTOS, M. X. Uso de germoplasma exótico no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento- plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 101-122.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 581-587, 2000.

ORTIZ, R. Germplasm enhancement to sustain genetic gains in crop improvement. In: ENGELS, J. M. M.; RAO, V. R.; BROWN, A. H. D.; JACKSON, M. T. (Ed.). **Managing plant genetic diversity**. Oxford: CABI Publishing, 2002. p. 275-290.

PATERNIANI, E. Diversidade genética em plantas cultivadas. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 75-77.

VELLO, N. A.; FEHR, W. R.; BAHRENFUS, J. A. Genetic variability and agronomic performance of soybean populations developed from plant introduction. **Crop Science**, Madison, v. 24, p. 511-514, 1984.