



cgEE



Competências em melhoramento genético de plantas no Brasil

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Associação Brasileira de
Melhoramento de Plantas

Magno Antonio Patto Ramalho
Fernando Henrique Ribeiro Barrozo Toledo
João Cândido de Souza
Rodrigo de Araújo Teixeira

COMPETÊNCIAS EM MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS NO BRASIL

1ª Edição

**Viçosa - MG
Arka Editora
2010**

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida sem a autorização escrita e prévia dos detentores do *Copyright*.

Impresso no Brasil.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da UFV

C737 Competências em melhoramento genético de plantas no Brasil /
2010 Magno Antonio Patto Ramalho ...[et al.].
- Viçosa, MG: Arka, 2010.
104p.: il. ; 21cm.

Inclui anexo.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-755-332

1. Plantas - Melhoramento genético. 2. Melhoristas - Brasil.

1. Ramalho, Magno Antonio Patto.

CDD 22. ed. 631.52

Colaboraram para a elaboração deste livro

Autores

Magno Antonio Patto Ramalho – UFLA

Fernando Henrique Ribeiro Barrozo Toledo – UFLA

João Cândido de Souza – UFLA

Rodrigo de Araújo Teixeira – CNI

SBMP

Messias Gonzaga Pereira – UENF

Rosana Rodrigues – UENF

Antônio Teixeira do Amaral Júnior – UENF

CGEE

Márcio de Miranda Santos

Antonio Carlos Guedes

Claudio Chauke Nehme

Igor André Carneiro

Kleber de Barros Alcanfor

Lilian Maria Thomé Andrade Brandão

Márcia Soares da Rocha Tupinambá

Kátia Brandão da Silva

Eduardo José Lima de Oliveira

Camila Maia

Mário Soter de França Dantas - Consultor

A SBMP

A Associação Brasileira de Melhoramento de Plantas – SBMP – é uma entidade sem fins lucrativos fundada por um grupo de melhoristas reunidos na Universidade Federal de Viçosa – UFV –, em 1999, inicialmente com o nome de Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas. Em termos organizacionais, a SBMP possui uma diretoria nacional e diretorias regionais por estado, com mandatos de dois anos. O objetivo da SBMP é o de congregar Melhoristas de Plantas de todo o Brasil, atuando nas mais variadas espécies de interesse agrônomo em instituições públicas e privadas, relacionadas ao ensino, à pesquisa, à produção de sementes, dentre outras. A SBMP busca, entre outros aspectos, estimular e promover atividades relacionadas ao melhoramento de plantas, no que diz respeito à formação de pessoal qualificado (novos Melhoristas) e, também, à obtenção de novas cultivares, contribuindo com a introdução de inovação tecnológica na atividade agrícola brasileira. Foi nesse contexto que a SBMP participou deste trabalho de levantamento dos recursos humanos vinculados ao melhoramento de plantas no Brasil, culminando com a publicação deste livro.

O CGEE

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE – foi instituído em 2001 como entidade civil sem fins lucrativos e, em 2002, foi qualificado como organização social, passando a executar atividades de interesse público e estando sob o controle do poder público, tendo o Ministério de Ciência e Tecnologia como seu Órgão supervisor. O histórico do CGEE inclui parcerias para realização de estudos com outras instituições públicas, como é o caso do Ministério do Turismo, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Agência Espacial Brasileira, da FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos e do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Nos últimos anos, o CGEE vem realizando atividades de prospecção em temas de interesse para o Governo Federal, como Amazônia, Biotecnologia, Mudanças Climáticas e Tecnologia de Informação e Comunicação.

SUMÁRIO

Prefácio.....	7
Introdução.....	11
 CAPÍTULO 1 - O Melhoramento Genético de Plantas no Brasil - por Magno Antonio Patto Ramalho, Fernando Henrique Ribeiro Barrozo Toledo e João Cândido de Souza	
1.1 - Introdução.....	17
1.2 - O que é ser melhorista?.....	18
1.3 - O passado do melhoramento de plantas no Brasil.....	19
1.4 - Metodologia de pesquisa e resultados.....	22
1.4.1- O melhoramento genético de plantas no Setor Público Brasileiro.....	23
1.4.2- O melhoramento genético de plantas no Setor Privado Brasileiro.....	30
1.5 - Considerações Finais.....	32
1.6 - Agradecimentos.....	37
1.7 - Referências.....	37
 CAPÍTULO 2 - Melhoramento Genético de Plantas no Brasil: Formação de Recursos Humanos, Evolução da Base Técnico-científica e Cenários Futuros – por Rodrigo de Araújo Teixeira	
2.1- Introdução.....	41
2.2- Mapa da capacitação da base técnico-científica.....	43
2.3- Metodologia da pesquisa e resultados.....	43
2.3.1 Programas de pós-graduação e titulação de doutores em áreas do conhecimento correlatas ao melhoramento genético de plantas no Brasil.....	46
2.3.2 Distribuição geográfica dos doutores em áreas do conhecimento correlatas ao melhoramento genético de plantas no Brasil.....	50
2.4- Cenário futuro para o melhoramento genético vegetal e seus possíveis impactos na capacitação de recursos humanos.....	54

2.4.1- Posicionamento do Brasil em relação a este cenário: evolução da base técnico-científica e tendências de forma ção.....	59
2.5- Considerações Finais.....	63
2.6- Referências.....	66

CAPÍTULO 3 - Mapeamento de Competências em Melhora- mento Genético de Plantas no Brasil: Resultados da consulta WEB 2010 – CGEE/SBMP

3.1- Características das Instituições.....	69
3.2- Características dos Respondentes.....	77
3.2.1. Faixa Etária.....	78
3.2.2. Gênero.....	79
3.2.3. Idiomas.....	79
3.2.4. Formação Acadêmica.....	80
3.2.5. Características das Atividades.....	82
3.2.6. Experiência no Exterior.....	86
3.2.7. Produção Tecnológica.....	87
3.3- Disciplinas Indispensáveis para a formação dos melhora- istas.....	88
3.4- Considerações finais.....	89
Conclusões	89
Agradecimentos.....	91

PREFÁCIO

Os melhoristas de plantas no Brasil têm desenvolvido uma ação fundamental para os expressivos avanços registrados na agricultura nacional, não somente em termos de produtividade, mas também quando se consideram a qualidade dos produtos agrícolas e a preocupação com o meio ambiente. São esses dedicados profissionais os responsáveis pelo desenvolvimento de novas cultivares, nas mais variadas espécies, envolvendo culturas que atendem a diferentes segmentos de mercado, desde a alimentação humana, alimentação animal, espécies florestais, plantas medicinais e ornamentais até o setor de agroenergia, dentre outros.

Todo o empenho dos melhoristas brasileiros fica ainda mais evidente quando se consideram as dimensões continentais de nosso país, com diferentes ecossistemas, com grande amplitude de clima e solo, requerendo, para cada espécie, cultivares específicas em termos de adaptação.

Historicamente, o melhoramento de plantas tem um papel de grande relevância para a agricultura e para a sociedade no Brasil e no mundo, por proporcionar aumentos de produtividade, associado ao cultivo de plantas mais resistentes a pragas e doenças e por permitir o cultivo de determinadas espécies em regiões onde, naturalmente, a produção comercial seria impossível de ser praticada. Um exemplo clássico é a produção de soja, cultura que, atualmente, tem uma grande representatividade na balança comercial brasileira e cujo sucesso, no Brasil, pode ser atribuído, em grande parte, ao trabalho dos melhoristas.

Embora vários exemplos de êxito possam ser enumerados, há que se considerar que os desafios, ainda, são muitos, demandando dos melhoristas de plantas, cada vez mais, maior empenho e efetividade na nobre tarefa de desenvolver novas cultivares.

A demanda crescente por alimentos, em termos nacionais e internacionais, atualmente, vem associada a toda uma bagagem de conhecimentos em diferentes áreas que apontam na direção de

uma agricultura cada vez mais associada à questão da preservação ambiental. Associada a esta necessidade crescente por alimentos, cresce, também, a demanda por biocombustíveis e por celulose, por exemplo, cuja produção não pode competir com a produção de alimentos nem comprometer o meio ambiente. Por outro lado, as terras agricultáveis são finitas, exigindo que os incrementos de produção sejam, cada vez mais, aliados aos aumentos de produtividade, que só serão possíveis se os aspectos ambientais estiverem associados ao melhoramento genético das plantas cultivadas. Portanto, deve-se considerar, hoje, o melhoramento de plantas num contexto que visa não tão somente a obtenção de cultivares mais produtivas, mais resistentes, com produtos de melhor qualidade, mas é preciso se ter em mente o compromisso com a sustentabilidade da sociedade presente e futura, o que implica, naturalmente, a sustentabilidade ambiental.

Para enfrentar os novos desafios, o Melhoramento de Plantas que sempre se caracterizou como área essencialmente multidisciplinar, pode, hoje, contar com o apoio de modernas ferramentas biotecnológicas de grande utilidade que, associadas às técnicas e aos métodos de reconhecida eficácia e amplamente utilizadas com sucesso na obtenção de cultivares por várias décadas, tornarão possível a maior eficiência dos programas de melhoramento. Os programas de melhoramento são executados por equipes de pesquisadores, que, além dos melhoristas de plantas propriamente dito, envolvem, também, profissionais das áreas de Citogenética, Biologia Molecular, Estatística, Fitopatologia, Fisiologia Vegetal, dentre outras. Considerando este caráter multidisciplinar, o conjunto de espécies cultivadas e, ainda, a amplitude de condições ambientais, bem como os novos desafios ambientais, pode-se concluir pela necessidade de um grande número de profissionais dedicados ao Melhoramento de Plantas no Brasil.

A presente publicação, *Competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil*, vem disponibilizar às instâncias acadêmicas, governamentais e de fomento, um diagnóstico preliminar da capacidade instalada de recursos humanos envolvidos

com o melhoramento de plantas em nosso país. Este trabalho é fruto de ações lideradas pela Associação Brasileira de Melhoramento de Plantas – SBMP –, pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE – e pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – Mapa –.

Esperamos que as informações contidas nesta publicação sejam uma valiosa fonte de consulta e que possam contribuir com decisões estratégicas de suporte à Agricultura Nacional e, naturalmente, à Sociedade Brasileira.

Professor Messias Gonzaga Pereira
Ph. D. em Melhoramento de Plantas
Presidente da SBMP – Gestão 2009-2011

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o homem, na busca de sua sobrevivência, caracterizou-se como coletor de sementes e selecionador de plantas. Em suas aulas de melhoramento genético de milho, o Professor Ernesto Paterniani realçava a habilidade das populações indígenas da América na domesticação, combinação genética e seleção das variedades de milho a partir de gênero e espécies totalmente distintas. Destaque deve ser feito, também, para as variedades de feijão, amendoim, batata, tomate, mandioca entre tantas outras já existentes nas Américas, mesmo antes da chegada dos colonizadores.

A colonização do Brasil, principalmente a partir da transferência da Corte para o nosso país, teve uma grande importância na introdução e adaptação de novas culturas trazidas principalmente da Europa e das colônias portuguesas na Ásia. Dom João, Príncipe Regente na época, trouxe, em sua comitiva, “jardineiros”, que fizeram esse trabalho de introdução, sendo, principalmente, da Europa os cereais e fruteiras subtropicais e da Ásia as culturas tropicais como especiarias, olerícolas, fruteiras, arroz entre tantas outras.

A maior ação na organização e formação científica de melhoristas de plantas no Brasil ocorreu em meados do século passado, com a chegada do cientista alemão professor Frederic Gustav Brieger. Sob a liderança desse ilustre pesquisador, foi criado o Departamento de Genética na Escola Superior de Agricultura *Luíz de Queiroz*, onde foram treinados os professores brasileiros Almiro Blumenschein, Ernesto Paterniani, Marcílio Dias, Roland Vencovsky dentre outros grandes estudiosos da ciência do Melhoramento Genético de Plantas. A etapa seguinte foi a implantação do curso de pós-graduação em Melhoramento Genético, responsável pela formação de centenas de pesquisadores e professores que, hoje, contribuem na formação de novos melhoristas.

No início dos anos 70, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa –, em resposta à necessidade

premente de mudar a realidade brasileira no campo. A Embrapa, então, implantou unidades como o Centro Nacional de Recursos Genéticos – Cenargen –, posteriormente Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia ou Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, com a finalidade de introduzir, conservar e disponibilizar germoplasma, matéria prima para os programas de melhoramento a serem executados em todo o país.

A ação conjunta da Embrapa com as universidades e as empresas estaduais de pesquisa desencadeou uma grande revolução no campo. A expansão de novas áreas agrícolas, como, por exemplo, os cerrados, inicialmente, por meio da pecuária viabilizada pelas novas espécies e cultivares de pastagens selecionadas e adaptadas para o novo ambiente, foi seguida por uma ação mais efetiva do melhoramento, como no caso da soja.

O número de cultivares lançadas de todas as espécies de interesse econômico cresceu, principalmente, nas instituições públicas, empresas e universidades, mas não atendia à grande demanda do agronegócio. Uma nova filosofia surgia no mundo, denominada “direito do obtentor”, similar à patente de produtos industriais, que dá direito ao melhoristas sobre as cultivares por ele criadas. Hoje, a normatização dessa proteção ao trabalho de melhoristas e/ou da empresa de melhoramento genético é feita e coordenada, internacionalmente, pela *International Union for the Protection of New Varieties of Plants* - UPOV. O Brasil, com a criação da Lei de Proteção de Cultivares nº 9456/97 e do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC – em 1997, no âmbito do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa –, organizou-se para executar a proteção de novas cultivares. Também se tornou membro da UPOV, comprometendo-se, internacionalmente, a regular o direito dos melhoristas de plantas sobre cultivares protegidas no Brasil. Esse novo mecanismo de direito sobre as cultivares protegidas criou um estímulo para as empresas privadas se organizarem para o melhoramento genético de plantas e lançamento de novas cultivares de melhor adaptação a ecossistemas específicos e mais produtivas.

Dada a importância do melhoramento de plantas para a agricultura nacional no dia 02 de Março de 1999, na Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa, foi realizada a reunião de fundação da Sociedade (atualmente Associação) Brasileira de Melhoramento de Plantas, presidida pelo Professor Magno Antonio Patto Ramalho, da Universidade Federal de Lavras, com o objetivo de propiciar um fórum de debates para os cientistas e demais interessados em torno do melhoramento genético.

Esta publicação tem como objetivo apresentar o levantamento da capacidade instalada no país em termos de recursos humanos, caracterizando quem são, quantos são e com que trabalham os melhoristas de plantas no Brasil.

A publicação está organizada em três capítulos, cada um deles contemplando uma etapa específica sobre competências em melhoramento genético de plantas. O primeiro capítulo, de responsabilidade dos Professores Magno Antonio Patto Ramalho, Fernando Henrique Ribeiro Barrozo Toledo e João Cândido de Souza da Universidade Federal de Lavras, aborda o tema do ponto de vista das competências em recursos humanos com direcionamento voltado à capacitação para o desenvolvimento de cultivares. No segundo capítulo, de responsabilidade de Rodrigo de Araújo Teixeira, da Confederação Nacional da Indústria, são apresentados resultados mais abrangentes, incluindo aspectos relacionados à formação de novos melhoristas de plantas, utilização de novas tecnologias associadas ao Melhoramento, bem como potencialidades públicas e privadas no desenvolvimento e recomendação de cultivares. O terceiro capítulo apresenta o resultado do levantamento, conduzido pelo CGEE, com a participação da SBMP e de melhoristas de diferentes instituições nacionais, da situação atual das competências nessa área, no Brasil. Este trabalho foi realizado via consulta eletrônica a toda a lista de associados da SBMP, aos participantes dos Congressos Brasileiros de Melhoramento de Plantas, bem como a outros melhoristas não contemplados nessas listas.

Os editores chamam a atenção para o fato de que poderão ficar

evidentes algumas contradições entre dados numéricos apresentados nos Capítulos 1 e 2 com aqueles apresentados no Capítulo 3, em razão da época em que estes foram obtidos bem como da diferença de métodos de levantamento e de amostragem utilizados pelos autores. Destaca-se, no entanto, como mais importante, a complementaridade entre esses estudos. Outro aspecto que deve ser mencionado trata-se da criação e disponibilização de um banco de dados, contendo o cadastro dos melhoristas, gerado pela consulta WEB CGEE/SBMP e que está à disposição para os interessados por meio de contatos com a SBMP. Finalmente, ressalta-se, também, que as conclusões emitidas nos diferentes capítulos são da responsabilidade exclusiva dos respectivos autores. Os organizadores e patrocinadores optaram por preservar os pontos de vista dos autores, em vez de uma padronização dos posicionamentos.

CAPÍTULO 1

Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Magno Antonio Patto Ramalho¹
Fernando Henrique Ribeiro Barrozo Toledo²
João Cândido de Souza¹

¹Professores da Universidade Federal de Lavras. Email: magnoapr@dbi.ufla.br; ² Mestrando do programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade Federal de Lavras. Email: fhhtoledo@terra.com.br

1.1. Introdução

São inegáveis as contribuições do melhoramento genético de plantas no Brasil. Em inúmeras oportunidades, são mostradas informações que realçam esse fato (VENCOVSKY e RAMALHO, 2006). Pode-se inferir, inclusive, que a sustentabilidade do agronegócio brasileiro tem sido mantida, nas últimas décadas, em parte devido ao melhoramento genético de plantas. As novas cultivares possibilitaram não só aumento em produtividade, maior resistência às pragas e patógenos, como também a obtenção de produtos que atenderam aos anseios dos agricultores e, principalmente, aos dos consumidores.

A partir dos anos setenta do século passado, com a implantação dos programas de pós-graduação no Brasil, especialmente na área de melhoramento genético, o treinamento desses profissionais foi intensificado. O Brasil deixou de ter dependência no treinamento nessa área, que ocorria, anteriormente, apenas no exterior. Também no final do século passado, com o advento das técnicas biotecnológicas, descortinou-se a oportunidade, por meio de trabalhos realizados diretamente com a molécula do DNA, de produção de novas cultivares de plantas, melhores que as preexistentes e muito mais rapidamente. Como é normal em qualquer atividade humana, com as possibilidades dessa técnica, sobretudo com o enorme otimismo de resolver todos os nossos problemas, ocorreu intensificação no treinamento nessas áreas, em detrimento do que era utilizado anteriormente, denominado por alguns de melhoramento convencional.

Essa mesma tendência foi constatada em todo o planeta. Países como os Estados Unidos da América, que possuíam ótimos programas de treinamento de melhoristas, com professores experientes, deixaram de realizar essa atividade. Com a aposentadoria dos melhoristas, eles foram substituídos por biotecnólogos que têm outro enfoque de melhoramento, motivo de preocupação quanto ao melhoramento e ao desenvolvimento de cultivares. Artigos foram escritos a esse respeito (KNIGH, 2002), e simpósios

foram realizados com o intuito de discutir esse aspecto e propor alternativas (HANCOK, 2006; COORS, 2006; LEE e DUDLEY, 2006).

No Brasil, como já mencionado, a tendência parece ser a mesma. Contudo, não se tem informação precisa a esse respeito. Este trabalho visou à obtenção dessa informação, procurando fazer uma análise crítica do que ocorreu e, principalmente, propor sugestões para que os responsáveis possam direcionar as suas ações de modo que o foco do melhoramento na obtenção de novas cultivares não seja perdido. Caso contrário, as consequências econômicas e sociais em médio prazo serão enormes para um país que tem, no seu agronegócio, mais de um terço do seu produto interno bruto (PIB). Nesse contexto, Lee e Dudley (2006) assim se expressaram: Plant breeding education is vital to continued plant improvement. Without being overly dramatic, we could say that plant-breeding education is vital to the continued survival of the human race. Without well-educated plant breeders, progress in food, fiber and forage production will not keep up with the increasing human population.

1.2. O que é ser melhorista?

Nos dias atuais, com a diversificação do conhecimento científico, o que vem a ser um melhorista é, frequentemente, questionado. Coors (2006) discute quem são os melhoristas, o que eles fazem hoje e por que o fazem. Num primeiro momento, melhorista é aquele que obtém novas cultivares. O problema é que nenhuma cultivar é obtida por um indivíduo apenas, envolvendo um trabalho de equipe. Nessa equipe, estão os biometristas, geneticistas, biólogos moleculares, fitopatologistas dentre outros.

O difícil é mensurar o envolvimento de cada profissional no âmbito do objetivo final que é a obtenção de novas cultivares. Nem sempre o fitopatologista, por exemplo, que desenvolve a técnica de *screening* a um determinado patógeno, pode e deve ser considerado melhorista. Nesse contexto, o melhorista,

independente de sua área de atuação, é aquele que participa de todas ou da maioria das etapas de melhoramento. Isto é, desde o planejamento dos cruzamentos até a etapa final dos experimentos de valor de cultivo e uso (VCU), quando se está definindo a linhagem ou híbrido que irá ocupar a condição da nova cultivar a ser recomendada. Dizendo de outro modo, para ser melhorista, o envolvimento do profissional, na equipe, não deve ser, apenas, na participação de uma atividade pontual ou acessória ao programa. Neste capítulo, esses aspectos são discutidos.

1.3. O passado do melhoramento de plantas no Brasil

As plantas cultivadas no Brasil, em sua maioria, foram introduzidas de outros países. Essas introduções se iniciaram logo após o descobrimento. O trigo e a cana-de-açúcar, por exemplo, ao que tudo indica, foram introduzidos em 1534, na Capitania de São Vicente, hoje São Paulo.

É fácil imaginar a dificuldade dos primeiros agricultores brasileiros em cultivar as plantas introduzidas. A maioria delas proveio de regiões temperadas, com condições climáticas e de fertilidade do solo bem distintas das existentes no Brasil. Foi necessária muita dedicação e persistência para possibilitar o seu cultivo com rentabilidade para os agricultores.

Além do trabalho dos agricultores, muitos fatos foram expressivos para o agronegócio existente, hoje, no país. Uma relação de alguns desses fatos está apresentada na Tabela 1. O que se deseja comentar com mais ênfase, contudo, é o que ocorreu nos últimos quarenta anos. A criação da Embrapa e de algumas empresas estaduais de pesquisa, os programas de pós-graduação e a entrada no mercado de sementes de algumas empresas multinacionais contribuíram para que, nos últimos 30 anos, com praticamente a mesma área cultivada, a produção de grãos passasse de 50 milhões de toneladas em 1980 para 160 milhões na safra 2009/2010.

Tabela 1. Alguns eventos expressivos na história do agronegócio e do melhoramento genético de plantas no Brasil.

Ano	Evento
1534	Introdução no Brasil de algumas espécies de plantas (trigo e cana-de-açúcar)
1727	Introdução de algumas sementes de café
1877	Fundação da Escola de Agronomia de São Bento da Lage – Cruz das Almas (1943)
1883	Início das atividades da escola de Medicina Veterinária e Escola de Agricultura de Pelotas
1887	Fundação da Estação Agronômica de Campinas – IAC – D. Pedro II
1901	Início da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ
1908	Início da Escola Agrícola de Lavras – UFLA
1927	Início da Escola Superior de Agricultura de Viçosa – UFV
1940	Fundação do Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica – SNPA
1963	Primeiros Programas de Pós-Graduação da ESALQ
1972	Primeiros Programas de Pós-Graduação da UFV
1973	Fundação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
1975	Primeiro curso de Pós-Graduação da UFLA

Três exemplos serão utilizados para demonstrar o que o melhoramento genético propiciou ao Brasil: o do eucalipto, o das olerícolas e o da soja. Os relatos existentes denotam que, há, aproximadamente, um século, as espécies de eucalipto foram introduzidas no Brasil pelo Doutor Edmundo Navarro de Andrade, considerado o “pai da silvicultura brasileira”. Embora o crescimento obtido nas primeiras plantações, realizadas no início do século XX, tivesse sido maior do que o apresentado pelas espécies florestais nativas, a produtividade média estava em torno de 17-20 m³.ha⁻¹.ano. Para incrementar essa produtividade, foi iniciado, na década de 40 do século passado, no Instituto Agronômico de Campinas, o primeiro programa de melhoramento genético de eucaliptos no Brasil (FERREIRA e SANTOS, 1997). O sucesso, no início, foi pequeno. A partir de 1960, com a migração da cultura para outras regiões do Brasil, as empresas intensificaram os programas de melhoramento por meio, sobretudo, de novas introduções de espécies de diferentes procedências. Intensificaram-se, também, os trabalhos de seleção, os quais, associados à propagação vegetativa, promoveram uma verdadeira revolução na cultura do eucalipto no Brasil. Em 1979, foi estabelecida a primeira

plantação clonal no país (FERREIRA e SANTOS, 1997). Em se tratando de uma planta perene, o incremento em produtividade obtido com o eucalipto em, apenas, quatro décadas foi espetacular. A produção de celulose que, em 1960, era de 5,8 t.ha⁻¹ ano, passou para mais de 11 t.ha⁻¹ ano.

Grande parte das olerícolas é oriunda de regiões com condições de clima temperado. Dessa forma, o que ocorreu no melhoramento dessas plantas no Brasil, em meados do século XX, é um bom exemplo do que é possível fazer em função do aquecimento global que poderá ocorrer nos próximos anos do século XXI. O trabalho do Doutor Marcílio Dias, professor da ESALQ, com algumas espécies de brássicas ilustra bem esse fato. Sob condições de temperatura alta, a couve-flor, por exemplo, não florescia e não tinha valor comercial. Por isso, até 1960, só se cultivava couve-flor no Brasil em regiões serranas, como Petrópolis e Teresópolis no Rio de Janeiro. Em 1954, o Professor Marcílio Dias introduziu linhagens da Índia que foram cruzadas com linhagens das regiões serranas brasileiras, obtendo a cultivar Piracicaba Precoce n° 1, que foi a base genética da maioria das cultivares de couve-flor que são cultivadas, hoje, em grande parte do Brasil. Resultado tão expressivo quanto foi obtido com cenoura, que hoje é cultivada em, praticamente, todo o território nacional, inclusive no verão. Deve ser salientado que a adaptação às altas temperaturas, nesses casos, foi em uma magnitude muito maior que a esperada pelo aquecimento global.

O caso da soja foi, também, muito marcante, e o exemplo de seu cultivo, no Brasil, é uma prova inequívoca da importância do melhoramento. Em apenas quatro décadas, a produção de soja, no Brasil, cresceu 12 vezes. Cabe ressaltar que esse crescimento se deu pelo incremento de produtividade, mais do que pelo aumento de área cultivada. A soja, originária da China, tinha, como característica principal, seu cultivo sob condições de dias longos. Quando era cultivada em áreas próximas ao Equador, ou seja, dias com praticamente 12 horas de luz, as plantas floresciam precocemente e, conseqüentemente, a produtividade era irrisória. Os

melhoristas brasileiros tiveram que obter cultivares com período juvenil longo. Nessa condição, mesmo sob dias curtos, a produtividade tornou-se economicamente viável (VENCOVSKY e RAMALHO, 2006). Adicionalmente, foram selecionadas estirpes de *Bradyrhizobium*, bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. Também foram selecionadas linhagens de soja cuja associação com essas novas estirpes de *Bradyrhizobium* foi aprimorada. Em função dessas seleções, praticamente, não se utiliza nitrogênio na cultura da soja no Brasil e a redução no custo da produção é expressiva. Adicionalmente, o impacto ambiental do cultivo de soja, também, foi reduzido. Isto comprova que a seleção realizada pelos melhoristas jamais será obsoleta.

1.4. Metodologia da pesquisa e resultados

Inicialmente foram identificados, na página das instituições de ensino e pesquisa, os profissionais relacionados com a atividade de melhoramento. Posteriormente, foi utilizado o portal da inovação do Ministério da Ciência e Tecnologia, identificando os profissionais que se relacionavam com as palavras-chave: “melhoramento vegetal” e/ou “melhoramento de plantas”. Nesse caso, em novembro de 2009, foram relacionados 1533 nomes. No levantamento de dados referentes ao setor público, a fonte principal de consulta foi a Plataforma Lattes, base de dados mantida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (www.cnpq.br), acessando-se a síntese do currículo de cada um. Muitos nomes realizaram, apenas, algum trabalho esporádico, muitos deles eram profissionais com qualificação sem nenhuma relação com a atividade de melhoramento. Esses profissionais não foram incluídos. Também não foram incluídos estudantes ou profissionais sem vínculo. Após essa triagem, para cada nome, foi consultado o Currículo Lattes e obtidas as informações pertinentes.

No setor privado, a primeira atividade foi elencar as empresas associadas à Associação Brasileira de Sementes e Mudanças

– ABRASEM -. Para todas as empresas foi enviado *e-mail*, solicitando as informações. Nesse caso, não foram solicitados os nomes dos profissionais, apenas o número envolvido e alguns outros dados. O retorno dos *e-mails* não foi expressivo e, então, procurou-se contatar os responsáveis pelas empresas e/ou profissionais que pudessem fornecer as informações solicitadas. Um pequeno número de empresas de grande porte não disponibilizou os dados, argumentando questão de sigilo da empresa. Muitos nomes dos profissionais que trabalhavam no setor privado foram obtidos no portal da inovação, de maneira semelhante ao já relatado.

1.4.1. O melhoramento genético de plantas no setor Público Brasileiro

Foram identificadas 37 Universidades Federais e 18 Estaduais que têm, em seus quadros, docentes que ministram e/ou trabalham com melhoramento genético vegetal (Tabela 2). Nessas universidades, foram relacionados 308 profissionais, ou seja, 36,6% do total de nomes pesquisados. É evidente que um professor, dificilmente, dedica todo o seu tempo para a condução de pesquisa. Em levantamento semelhante nos EUA, os dados foram colocados em termos de pesquisador.dia-1, (MORRIS et al., 2006). Ou seja, considerando que a dedicação é de 33% à pesquisa, cada três docentes correspondem a um melhorista. Entretanto, nesse levantamento, essa informação não foi considerada, sobretudo pela provável imprecisão da mesma.

A maioria das Universidades com cursos na área de Ciências Agrárias, como será relatado posteriormente, não possui programas de melhoramento. Na realidade, em algumas, a atividade docente é predominante. Pode-se argumentar que, em média, o tempo de um docente dedicado à pesquisa seja de 33% como já mencionado. Nessas condições, o número de melhoristas nas universidades brasileiras seria de, aproximadamente, 102.

Tabela 2. Número de Melhoristas em atuação nas diferentes Instituições Públicas no Brasil.

Instituições	Número
Embrapa	368
Outros Institutos Federais	20
Institutos Estaduais	146
Universidades Federais	231
Universidades Estaduais	77
Total	842

A Embrapa é a instituição que concentra o maior número de pesquisadores envolvidos com o melhoramento, praticamente a metade de todos os melhoristas do setor público existente no Brasil. A Embrapa possui 44 unidades de pesquisa distribuídas no território nacional.

Nas demais empresas estatais de pesquisa, foram identificados 166 melhoristas, ou seja, 19,7% dos profissionais que atuam na área. Aqui estão incluídos os institutos de pesquisas estaduais, tais como Instituto Agrônomo de Campinas – IAC -, Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR -, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG -, Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI -, Instituto Agrônomo Pernambuco – IPA -, entre outros, e, também, instituições federais como a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC - e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA -. A maioria dos melhoristas está no IAC.

Um primeiro questionamento que surgiu foi qual seria a formação dos profissionais que atuam no melhoramento genético, no Brasil. A maioria, como era esperado, é de agrônomos, cerca de 78% do total (Tabela 3). O segundo maior contingente é constituído pelos melhoristas formados em Biologia. É preciso salientar que, em apenas 11 casos do total de melhoristas, não foi possível resgatar a origem do curso de graduação do profissional. Chamou a atenção, também, o pequeno número de Engenheiros Florestais envolvidos com o melhoramento em função da importância do setor para o agronegócio brasileiro.

Tabela 3. Número de melhoristas, por área de obtenção da graduação, em atuação nas Instituições Públicas do Brasil.

Curso	Número
Agronomia	645
Biologia	143
Engenharia Florestal	27
Outros	16
Total	831

Uma constatação expressiva é que, do total de melhoristas, 92% são doutores com teses desenvolvidas em diferentes áreas, sendo, praticamente, a metade destas em programas de Genética e melhoramento de plantas (Tabela 4). Vale ressaltar que, no número expressivo da categoria “outros”, estão contidos profissionais com doutorado obtido em programas de produção vegetal ou outros programas que têm disciplinas ou linhas de pesquisa em melhoramento vegetal. Assim, a qualificação dos profissionais que atuam no setor é, predominantemente, na área de genética e melhoramento de plantas.

Tabela 4. Número de melhoristas, por área de obtenção do doutorado, em Instituições Públicas do Brasil.

Programa	Número
Melhoramento de Plantas	371
Genética	47
Biologia Molecular	71
Outros	289
Total	778

Um comentário pertinente é com relação à formação dos profissionais no nível de pós-graduação. Alguns dos programas de genética e melhoramento de plantas do Brasil têm concentrado a linha de pesquisa em áreas mais relacionadas ao que se denomina biotecnologia, estando incluídas a questão dos marcadores moleculares e a tecnologia do DNA recombinante.

Foi realizada, também, a avaliação dos temas das dissertações e/ou teses defendidas no período de 2002 a 2009, nos seis princi-

país programas de pós-graduação do Brasil (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP –, Universidade Estadual Paulista *Júlio de Mesquita Filho* – UNESP – Jaboticabal, Universidade Federal de Viçosa – UFV –, Universidade Federal de Lavras – UFLA –, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF – e Universidade Estadual de Maringá – UEM –. A Tabela 5 mostra que foram concluídas 351 teses nos seis programas, sendo que, na UEM e na UFV, o melhoramento animal, também, faz parte dos programas. Nesse caso, as dissertações e/ou teses com esse tema não foram consideradas. Vale salientar, também, que, na área de transgênicos, foram incluídos os trabalhos envolvendo genômica e a identificação de genes. Na categoria “Outros”, foram relacionadas as dissertações e teses que não se enquadraram em nenhuma das demais áreas e envolviam estudos de cultura de tecidos, sementes e aspectos ecológicos, dentre outros.

Tabela 5. Número de teses ou dissertações, por temas prioritários, defendidas nos diferentes programas de pós-graduação no Brasil.

Tema	Nº	%
Melhoramento	93	26,50
Transgênicos	61	17,38
Molecular	55	15,67
Diversidade	51	14,53
Biometria	34	9,69
Citogenética	31	8,83
Outros	26	7,41
Total	351	100

Constata-se que, efetivamente em melhoramento de plantas, foram defendidos 26,50% dos trabalhos. Teses envolvendo transgenia, biologia molecular e diversidade tiveram percentuais semelhantes. É importante salientar que os estudos de diversidade, utilizando várias metodologias, inclusive marcadores moleculares teve número expressivo de registros, correspondendo a 14,50% do total. Não foi possível comparar esses dados com os obtidos no passado, nesses programas. Entretanto, percebe-se uma

tendência na diminuição do número de trabalhos que envolvem, diretamente, o melhoramento, visando à obtenção de cultivares em decorrência do acréscimo de pesquisas na área de diversidade. Se essa tendência for confirmada e mantida, poderá, ao longo do tempo, comprometer o desenvolvimento de novas cultivares.

Procurou-se identificar a área de atuação, por meio das publicações, do pesquisador nos últimos anos (Tabela 6). Essa informação foi obtida no Currículo Lattes e foi constatado que, praticamente, todos os pesquisadores do setor público possuem, como esperado, o Currículo Lattes relativamente atualizado. O difícil foi, a partir do que está publicado, identificar a real área de atuação dos melhoristas. Isso em razão de que há profissionais que trabalham com diferentes espécies e, até, em diferentes áreas. A outra razão é que não há como prever o real envolvimento dos diferentes autores na pesquisa. Há casos, por exemplo, em que não há nenhuma explicação lógica para o profissional ter participado da pesquisa em função da sua qualificação. Apesar dessas limitações, foi elaborada a classificação da área predominante de atuação e a maioria (308) foi incluída como atuando em melhoramento de plantas.

Tabela 6. Número de melhoristas, nas diferentes áreas de atuação, em Instituições Públicas do Brasil.

Linha de pesquisa	Número
Melhoramento	308
Biologia Molecular	157
Recursos Genéticos	103
Genética Quantitativa/Biometria	39
Citogenética	40
Outros	195
Total	842

Na área de Biologia Molecular, foram relacionados 157 profissionais, praticamente a metade desse número refere-se aos profissionais da Embrapa Cenargen. Por meio das cultivares registradas, nos últimos oito anos, no Mapa, foi possível identificar o número de cultivares obtidas pelo setor público (Tabela 7).

Nota-se que o número é relativamente pequeno em função do número de melhoristas disponíveis. Há, contudo, instituições, especialmente Universidades, que realizam todas as atividades de melhoramento, sem ter interesse de solicitar o registro ou a proteção de cultivares, o que seria uma possível razão do pequeno número de cultivares recomendadas pelo setor público.

Tabela 7. Número de cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura no período de 2000 a setembro de 2009, pelo setor público e privado.

Cultura	Público		Privado		Total
	Nº	%	Nº	%	Nº
Algodão	16	27,12	43	72,88	59
Arroz	55	59,78	37	40,22	92
Batata	5	5,95	79	94,05	84
Cana-de-açúcar	18	36,75	31	63,27	49
Cenoura	3	1,43	207	98,57	210
Centeio	2	100	0	0	2
Cevada	16	59,26	11	40,74	27
Citros	45	78,95	12	21,05	57
Eucalipto	47	17,80	217	82,20	264
Feijão	59	48,36	63	51,64	122
FORAGEIRAS	14	24,14	44	75,86	58
Mandioca	51	100	0	0	51
Milho	62	7,78	735	92,22	797
Soja	168	35,67	303	64,33	471
Sorgo	8	8,60	85	91,40	93
Tomate	8	1,02	773	98,98	781
Trigo	57	54,29	48	45,71	105
Total	634	19,08	2688	80,92	3322

Fonte: Adaptado do Mapa.

Número expressivo de profissionais foi o relacionado à área de recursos genéticos. Aqui, também, é necessária uma reflexão. Há uma tendência de se denominar os profissionais que trabalham com recursos genéticos de pré-melhoristas. Se, efetivamente, a informação gerada está focada na geração de novas cultivares é difícil de saber. Contudo, há espécies em que o pré-melhoramento está sendo realizado, mas que não há cultivares, produto desse trabalho. O próprio conceito de melhorista, anteriormente colocado, já mostra a dificuldade de se ter uma classificação real.

Foi expressivo o número de cientistas classificados como biometristas. No perfil dos biometristas, foi incluído o profissional que tem atividades relacionadas à análise e interpretação de dados experimentais. Alguns deles, especialmente em algumas universidades, realizam, além dessa atividade, também o desenvolvimento de novas metodologias, trabalhos de simulação e/ou desenvolvimento de *software*. Numa análise superficial, é possível inferir que o país está numa situação confortável nessa área, pois tem bons estatísticos com grande interface nos programas de melhoramento. O que falta é maior reconhecimento desses profissionais no âmbito científico mundial.

Poder-se-ia perguntar, também, quantos, do total de melhoristas, efetivamente, trabalham na geração de novas cultivares. Essa informação é difícil de ser obtida com precisão por algumas razões. A principal delas é que teria de se considerar o real envolvimento do profissional no processo. Muitas vezes, ele faz parte da equipe, mas o que realiza nem sempre é diretamente envolvido com a obtenção de novas cultivares. O exemplo são os pesquisadores da Embrapa Cenargen, que trabalham no setor de biotecnologia. À primeira vista, eles estão gerando conhecimento básico, tais como sequenciamento de DNA, isolamento de genes, entre outros. Por outro lado, os biotecnologistas das Universidades realizam muitas pesquisas, tendo como foco a utilidade da informação para o melhoramento, sem, contudo, procurar se certificar se a informação obtida foi útil ou não.

A citogenética, no Brasil, no contexto de números de profissionais e infra-estrutura, está em uma situação relativamente boa. Esses profissionais se concentram nas universidades, mas as empresas, especialmente a Embrapa, têm pesquisadores que atuam nessa área com boa interface com o melhoramento genético. Não se pode deixar de mencionar que o número de espécies de plantas cultivadas no Brasil é muito grande e, em várias delas, os estudos de citogenética são indispensáveis.

Na categoria “Outros”, foram relacionados profissionais que atuam em áreas tais como cultura de tecidos/propagação de

plantas, sementes, manejo fitotécnico e um número considerável que, na Tabela 6, foram classificados como melhoristas, mas cuja produção científica impossibilitou identificar sua área de atuação predominante.

A maioria dos profissionais que atua no melhoramento está nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (Figura 1). A distribuição não é tão desuniforme como ocorre em outras áreas, como, por exemplo, dos programas de pós-graduação em Genética e melhoramento de plantas (CAPES). Por outro lado, se forem consideradas as novas fronteiras agrícolas e os desafios a superar, a concentração de melhoristas, na região Centro-Oeste, é pequena. Seria importante uma maior presença de melhoristas nessa região, sobretudo quando se considera que a maioria está alocada em centros de pesquisa da Embrapa, em Brasília.

Um questionamento importante é relacionado ao tempo de atuação profissional dos melhoristas brasileiros. Praticamente a metade possui mais de 15 anos de formado, indicando que é um grupo com boa experiência profissional. Contudo, 25% já passaram dos 30 anos de experiência profissional e estão se aposentando ou em fase de aposentadoria (Figura 2). Quando se considera o tempo após a obtenção do doutorado, verifica-se que a maioria obteve o título recentemente. Com menos de 15 anos desde a obtenção do título de doutor, estão 60% dos melhoristas titulados. A questão do gênero, no setor público, também foi pesquisada. Verificou-se que 34% dos melhoristas são do sexo feminino.

1.4.2. O melhoramento genético de plantas no Setor Privado Brasileiro

O número de empresas que forneceram a informação foi de 20. Na Associação Brasileira de Sementes e Mudas, estão associadas 160 empresas. Dessas, muitas são empresas nacionais, e a maioria não possui programas próprios de melhoramento. Foram incluídos, também, alguns melhoristas que atuam como professores em instituições de ensino particular. É provável que eles

não realizem pesquisa focada na obtenção de cultivares.

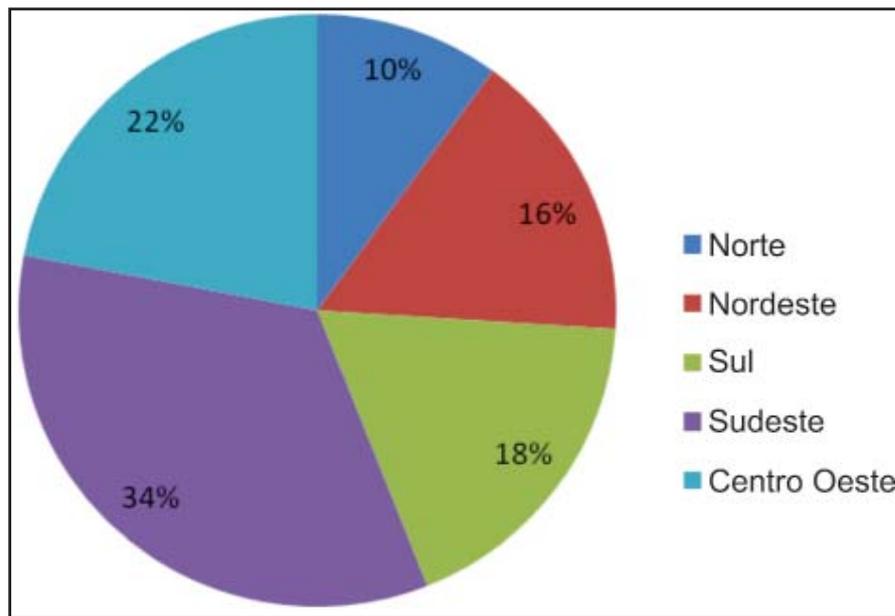


Figura 1. Distribuição do número de melhoristas nas diferentes regiões geográficas do Brasil.

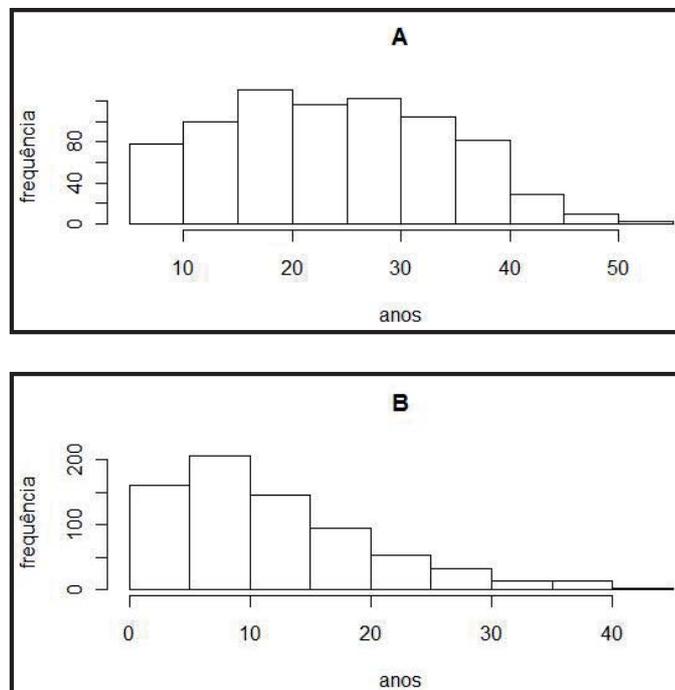


Figura 2. Distribuição de frequências do número de melhoristas no Setor Público brasileiro. (A) em função do tempo de obtenção do curso de graduação. (B) tempo de obtenção do título de doutor.

Nas empresas privadas, o maior contingente de melhoristas está trabalhando com a cultura do milho. Entretanto, o número total é difícil de ser conhecido visto que algumas empresas de semente de milho não forneceram os dados solicitados. O número de melhoristas que se dedicam à cultura da soja é, também, grande. Vale salientar que os programas de melhoramento de soja, no setor privado brasileiro, são mais recentes. A maioria começou após a Lei de Proteção de Cultivares, em 1997. É expressivo o número de melhoristas no setor florestal. Algodão, cana-de-açúcar, fumo e trigo, também, têm programas grandes de melhoramento.

Chama atenção o fato de que o setor privado tem um número de melhoristas bem inferior ao existente no setor público, com ressalvas já mencionadas. Porém, o número de cultivares registradas pelo setor privado é bem superior (Tabela 7). Parte desses registros como, por exemplo, nas olerícolas, provavelmente, são cultivares obtidas em outros países e que foram, apenas, avaliadas no Brasil para serem comercializadas. No caso do feijão, por exemplo, o número de cultivares registradas pelo setor privado é semelhante ao registrado pelo setor público. Vale salientar que estão incluídas cultivares de feijão-de-vagem que são obtidas pelos melhoristas de olerícolas e algumas importadas. Independente dessas particularidades, o setor privado é muito mais agressivo no registro de novas cultivares do que o setor público. No setor privado, predominam melhoristas do sexo masculino (87%). Ainda existe um grande contingente de melhoristas que não possuem título de doutor (35%). Os agrônomos são 91% e 74% deles têm o foco na obtenção de cultivares. O restante está envolvido com biotecnologia ou com a gestão das empresas.

1.5 Considerações Finais

Em princípio, o número de melhoristas no Brasil, comparado aos Estados Unidos da América, é pequeno, e a maior parte está na Embrapa, que tem atuado, ao longo do tempo, na produção de

novas cultivares. As Universidades Federais, também, possuem número expressivo de melhoristas; contudo, o envolvimento na produção de novas cultivares é reduzido.

Quando se procura identificar o que os melhoristas brasileiros estão realizando, como já mencionado, há dificuldades. Pelo que eles publicam, de um modo geral, é muito difícil identificar a principal área de atuação. Isso decorre da heterogeneidade nas linhas de pesquisa que se pode depreender a partir dos títulos dos trabalhos.

Tem ocorrido enorme pressão nos pesquisadores para que publiquem os seus trabalhos, inclusive, ênfase tem sido direcionada a publicar em periódicos internacionais. Com isso, o pesquisador aumenta a chance de participar dos programas de pós-graduação e de ter seus projetos aprovados. Essa pressão tem surtido efeito, pois o Brasil se destaca em termos de produção científica, sobretudo na área de ciências agrárias. Ainda há outro agravante, que é desenvolver uma falsa multidisciplinaridade. Essa multidisciplinaridade é salutar, deve ser estimulada, entretanto ela não pode ser fictícia, produto, apenas, de acordo de cavalheiros. Outro viés preocupante é de que se, em certos casos, a pesquisa visa resolver um problema da sociedade ou, apenas, produzir mais um artigo para ser publicado.

O melhoramento genético é, provavelmente, uma das áreas que mais deverá sentir essa tendência de publicar a qualquer custo, pois o produto do melhoramento é uma nova cultivar, e esse foco pode se perder quando o objetivo do melhoramento se torna ampliar a chance de se ter um artigo aceito para publicação. Nota-se, nos programas de pós-graduação, de todas as áreas, que os estudantes são treinados a pensar que o produto de pesquisa é, necessariamente, uma publicação. É evidente o risco decorrente dessa prática. A dissertação ou tese tem que produzir algum resultado. Assim, os orientadores não "ousam" e a chance de a pesquisa contribuir para o aumento do conhecimento é reduzida.

Ainda há um agravante tão sério ou mais sério que os anteriores. A avaliação do impacto da publicação é função do nú-

mero de citações, ou seja, do quantitativo de acessos que o artigo recebe. Se uma determinada área tem maior contingente de pesquisadores, esse número, evidentemente, é inflacionado. Assim, há uma concentração de pesquisa em certos temas, gerando o modismo na ciência. No caso das atividades de melhoramento de plantas, realizado a campo, o tempo de obtenção de resultados é, normalmente, longo e suscetível a incertezas, sobretudo climáticas. Os riscos de insucesso, não gerando novas publicações, são evidentes. Assim, o bom-senso indica que a melhor opção é reduzir as atividades de campo. Desse modo, aqueles trabalhos de seleção de plantas de longo prazo, cuja eficiência é comprovada e que são indispensáveis na obtenção de novas cultivares, influenciam contingentes de melhoristas cada vez menor (DUDLEY e LAMBERT, 2002; MILES e PANDEY, 2002; GEPTS, 2002).

Nota-se que um grande número de pesquisadores tem, no método desenvolvido, o seu principal objetivo. Esquecem, no entanto, que qualquer método desenvolvido só tem utilidade para a sociedade se gerar algum produto. Nesse ponto, poder-se-ia fazer um questionamento importante: deve o setor público produzir cultivares melhoradas? A Lei de Proteção de Cultivares tem como um dos seus objetivos estimular a concorrência entre empresas, o que é muito salutar. Entretanto, existem opiniões de que o setor público não deve e não pode participar dessa concorrência. O argumento é que essa atividade é prerrogativa das empresas privadas. Isso é questionável, pois, se uma empresa tem seus lucros reduzidos, a tendência é mudar de atividade. Se isso ocorrer num setor como o de sementes, sem o setor público para estabilizar o sistema, as consequências podem ser desastrosas para um país que tem, no agronegócio, grande parte do seu PIB. Além do mais, o setor privado se interessa por um pequeno número de espécies com maior retorno comercial. No Brasil, por exemplo, esse é o caso da soja, do milho, do algodão e da cana-de-açúcar. Nas outras espécies, se o setor público não produzir cultivares, não haverá progresso genético. O café, por exemplo, tem grande apelo comercial; contudo, a produção de sementes não é muito atrativa. A

geração de nova cultivar envolve tempo relativamente longo que, certamente, não atrairia empresas privadas. Há um grande número de outros produtos cuja atração para produzir novas cultivares, no setor privado, é praticamente nula. Não há dúvida, então, que o setor público deve ter programas de melhoramento em todas as espécies que sejam cultivadas.

Há argumentos, também, de que o objetivo da Universidade é gerar conhecimento básico, não interessando a produção de novas cultivares. Essa é uma constatação que merece um contraponto, ou seja, se a universidade não gera cultivares, quem irá treinar os melhoristas que irão gerenciar os futuros programas de melhoramento? Esse fato tem sido questionado em outros países também (BAENZIGER, 2006; LEE e DUDLEY, 2006).

O principal entrave na geração de cultivares na Universidade e/ou no setor público, de modo geral, é a produção de sementes. As cultivares produzidas no setor público poderiam ser comercializadas pelas empresas brasileiras de sementes que não possuem programas de melhoramento. Na prática, atualmente, existem diversos entraves burocráticos que inviabilizam a interação setor público-setor privado. Existem inúmeros exemplos de excelentes cultivares, que não atingiram o mercado pela falta de um sistema eficiente de produção e distribuição das sementes.

Os programas de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas existentes no Brasil estão com tendência de reduzir a ênfase no melhoramento genético propriamente dito, em detrimento de áreas cujo apelo profissional é mais evidente pelas razões comentadas. O treinamento em biologia molecular tem sido intensificado com o passar dos anos. Essa é uma área importante, com enorme perspectiva, mas, sem estar efetivamente atrelada à obtenção de novas cultivares, é de utilidade restrita para a sociedade. Nesse contexto, há uma infinidade de trabalhos de divergência, que são constantemente realizados, utilizando, quase sempre, a mesma metodologia e só alterando a espécie. A informação, assim, na maioria das vezes, não tem o cunho básico e nunca é aplicada.

Outra área a que a pós-graduação tem dado grande ênfase é a dos marcadores moleculares cujas perspectivas de emprego são as maiores possíveis. O que se nota, contudo, após mais de 25 anos, é que o seu emprego na geração de novas cultivares é, ainda, incipiente. Há relatos, apenas, de sua utilização em algumas multinacionais (EATHINGTON et al., 2007). O conhecimento na área de marcadores moleculares, no Brasil, é muito grande. A infraestrutura, apesar das dificuldades na aquisição e manutenção de equipamentos importados, é muito boa. O país investiu, nas últimas duas décadas, soma considerável de recursos públicos na qualificação dos cientistas e no fomento à pesquisa. É preciso, agora, que essa atividade passe a produzir o que se espera dela. Para isso, é necessário que os trabalhos sejam, efetivamente, mais focados em produzir novas cultivares e não apenas gerar mais publicações. É imprescindível que, com as informações já disponíveis, sejam identificadas marcas que possam ser vantajosamente empregadas como auxiliares aos trabalhos de seleção dos melhoristas. Há, evidentemente, caracteres cuja seleção visual ou fenotípica tem sido realizada com sucesso, para os quais o emprego das marcas moleculares é desnecessário. Por outro lado, há inúmeros outros caracteres de difícil avaliação fenotípica em que os marcadores moleculares podem e já deveriam estar sendo utilizadas rotineiramente.

Tem havido, também, a tendência de reduzir as disciplinas oferecidas/cursadas. O fundamento é que o doutorando, por exemplo, deve dedicar maior tempo à pesquisa. Muitas dessas pesquisas, no entanto, são calcadas em metodologias de vida útil efêmera. Se a metodologia é substituída, o treinamento daquele profissional se perde. Como a sua base teórica é pequena, a sua readaptação é lenta e, muitas vezes, sem sucesso, uma vez que esse profissional não está preparado para o processo dinâmico da ciência. Esse tipo de posicionamento dos programas de pós-graduação deve ser revisto.

1.6 Agradecimentos

Os autores agradecem aos vários estudantes do curso de graduação e pós-graduação em Genética e melhoramento de plantas da UFLA que participaram, ativamente, na obtenção dos dados discutidos neste capítulo. Agradecimentos especiais também são prestados aos professores/pesquisadores Isaías Olívio Geraldi, Jefferson L.M. Coimbra, Maria do Socorro Padilha de Oliveira e Aparecida das Graças Claret de Souza pela criteriosa checagem das informações relativas aos profissionais nas regiões em que atuam.

1.7 Referências

BAENZIGER, P. S. *Plant breeding training in the U.S.* Hortscience, v. 41, n. 1, p. 40–47, 2006.

BERNARDO, R. *Breeding for Quantitative Traits in Plants.* Woodbury, MN: Stemma Press, 2002. 369 p.

COORS, J. G. *Who are plant breeders, what do they.* In: LEE, K. R. L. e M. (Ed.). *Plant Breeding, The Arnel R. Hallauer International Symposium.* [S.l.: s.n.], 2006. p. 51–60

DUDLEY, J. W.; LAMBERT, R. J. *100 generations of selection for oil and protein in corn.* In: BANICK, J.(Ed.). *Plant Breeding Reviews. Long-term selection: Maize.* [S.l.: s.n.], 2002. v. 24, n. 1, p. 79–110.

EATHINGTON, S. R.; CROSBIE, T. M.; EDWARDS, M. D.; REITER, R. S.; BULL, J. K. *Molecular markers in a commercial breeding program.* *Crop Science - International Plant Breeding Symposium*, v. 5, p. 155–163, 2007

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. dos. *Melhoramento genético florestal dos Eucalyptus no Brasil - breve histórico e perspectivas*. In: CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPT. [S.l.: s.n.], 1997. p. 14–34.

GEPTS, P. *Crop domestication as a long-term selection experiment*. In: BANICK, J. (Ed.). *Plant Breeding Reviews*. Long-term selection. [S.l.: s.n.], 2002. v. 24, n. 2, p. 1–31.

HANCOK, J. F. *Introduction to the symposium. Plant breeding and the public sector: Who will train plant breeders in the U.S. and around the world?* *Hortscience*, v. 41, n. 1, p. 28–29, 2006.

KNIGH, J. *A dying breed*. *Nature*, n. 421, p. 568–590, 2002.

LEE, M.; DUDLEY, J. W. *Plant breeding education*. In: LEE, K. R. L. e M. (Ed.). *Plant Breeding*, The Arnel R. Hallauer International Symposium. [S.l.: s.n.], 2006. p. 120–127.

MILES, J. W.; PANDEY, S. *Long-term selection in plants in the developing world*. In: BANICK, J. (Ed.). *Plant Breeding Reviews*. Long-term selection. [S.l.: s.n.], 2002. v. 24, n. 2, p. 45–82.

MORRIS, M.; EDMEADES, G.; PEHU, E. *The global need for plant breeding capacity: what roles for the public and private sectors*. *Hortscience*, v. 41, n. 1, p. 30–39, 2006.

VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M. A. P. *Contribuições do melhoramento genético no brasil*. In: PATERNIANI, E. (Ed.). *Ciência, Agricultura e Sociedade*. 2006.

CAPÍTULO 2

Melhoramento Genético de Plantas no Brasil: Formação de Recursos Humanos, Evolução da Base Técnico-científica e Cenários Futuros

Rodrigo de Araújo Teixeira¹

¹ Mestre em Política Científica e Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP -, ex- Especialista em Ciência e Tecnologia do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE - e, atualmente, Analista da Área de Inovação da Confederação Nacional da Indústria – CNI -.

2.1. Introdução

Este artigo apresenta uma análise da evolução recente da base técnico-científica brasileira em melhoramento genético vegetal e em áreas do conhecimento correlatas a esse segmento de inovação, além de apresentar perspectivas de formação de recursos humanos em um futuro próximo (cinco a dez anos). Faz uma exposição sobre o conjunto de programas de pós-graduação dedicados à formação de melhoristas em nível de doutorado existente no país, o número de doutores especialistas nesse campo do conhecimento titulados entre 1996 e 2009. Aborda, também, a distribuição regional desse contingente de doutores no território nacional e discute o perfil futuro do melhorista, sua relação com a formação de recursos humanos e o posicionamento do Brasil frente às mudanças que vêm ocorrendo em todo o mundo.

A motivação para a seleção desse grupo de doutores² procede pela grande importância estratégica do melhoramento genético vegetal como fator de competitividade agrícola em todo o mundo, além de ser um assunto absolutamente central para o futuro da agricultura brasileira. Estima-se que cerca de 50% dos incrementos obtidos na produtividade das diferentes culturas devem-se ao melhoramento genético, enquanto os outros 50% são atribuídos à melhoria das práticas de manejo como fertilização, definição do número adequado de plantas por unidade de área, controle de insetos, doenças e plantas daninhas, além de outras práticas culturais (FEHR, 1987).

Por ter um papel importante na questão agrícola, a posição brasileira, no cenário futuro do melhoramento, é muito importante. O país é líder em pesquisa para agricultura tropical e referência mundial em melhoramento florestal. É um dos poucos países do mundo que tem condição de, praticamente, dobrar a quantidade de alimentos, usando, relativamente, menos energia do que outros países produtores de commodities para alimentação. Além disso, possui áreas de expansão para plantio onde seus competidores começam a apresentar limitações.

Apesar do grande sucesso dos programas de melhoramento genético vegetal no país, com mais de um século de capacitação nessa área do conhecimento e resultados que contribuíram, significativamente, para os principais ganhos qualitativos e quantitativos³ alcançados pela agricultura brasileira ao longo das últimas décadas⁴, alguns eventos vêm modificando o equilíbrio desse segmento de inovação. Entre eles, os avanços tecnológicos, provenientes dos avanços da Biotecnologia, Nanotecnologia e Tecnologias de Informação e Comunicação – TICS; as mudanças legais, com a implementação de legislações de proteção intelectual (patentes e cultivares), de biossegurança e de acesso ao patrimônio genético; as condicionantes climáticas e ambientais e a participação de novos atores privados no mercado de sementes (CASTRO *et al.*; 2005).

Os avanços tecnológicos, as mudanças institucionais e de mercado que vêm ocorrendo em todo mundo influenciam as perspectivas de desenvolvimento e de capacitação no campo do melhoramento genético de plantas e altera o perfil do melhorista de plantas por ser o principal ator inserido na dinâmica da pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares.

Nesse cenário de mudança, é essencial a manutenção e o fortalecimento da competência instalada frente ao avanço muito rápido do conhecimento para que o país mantenha um papel protagonista no desenvolvimento científico e tecnológico e na inovação da agricultura. Deve-se, ainda, levar em conta o grande

³Na produção de grãos, em 1979, o país produzia cerca de 39 milhões de toneladas, e, em 2000, a produção chegou a 84 milhões de toneladas, e o aumento que ocorreu na produção se deu quase que exclusivamente apoiado no crescimento da produtividade, uma vez que a área pouco foi alterada (Gasques et al, 2004).

⁴Entre 1990 a 2005, a pesquisa agropecuária foi responsável pelo desenvolvimento de 529 novas cultivares (incluindo as culturas de cana, soja, trigo, laranja, arroz e café de maior interesse comercial) adaptadas, especificamente, a cada clima e solo nas principais regiões produtoras do país. A soja, por exemplo, originalmente uma cultura de clima temperado, foi adaptada às condições brasileiras e, hoje, o Brasil é o segundo produtor mundial. O desenvolvimento pioneiro das variedades de soja para o ecossistema do cerrado foi uma ruptura tecnológica-chave.

crescimento nas expectativas da sociedade em relação a aspectos como meio ambiente, segurança alimentar, segurança do alimento, entre outros.

2.2. Mapa da capacitação da base técnico-científica

Esta parte do trabalho apresenta a consolidação do levantamento realizado sobre os doutores titulados, no Brasil, em áreas do conhecimento correlatas ao melhoramento genético de plantas e biotecnologia. Busca aprofundar-se na análise da distribuição geográfica da base técnico-científica que opera, diretamente, nesse campo do conhecimento e dos doutores titulados em áreas correlatas.

2.3. Metodologia da Pesquisa e Resultados

Para o mapeamento das competências nacionais em melhoramento genético de plantas, foram utilizadas, como fontes de informação, duas bases de dados: a base de currículos das áreas de ciência e tecnologia do CNPq, da Plataforma Lattes (acessada via Portal Inovação⁵ – apresenta, apenas, os currículos atualizados nos últimos 18 meses). Essa abordagem permitiu uma análise mais aproximada da situação atual dos egressos de programas de pós-graduação *stricto sensu* em nível de doutorado; e o banco de dados sobre estatísticas de pós-graduação da CAPES⁶ (DataCapex), para identificar a origem desses doutores.

A CAPES disponibiliza um importante conjunto de informações estatísticas sobre programas de pós-graduação do país referentes à quantidade de programas/cursos, discentes (matricu-

⁵Lançado em 2005 pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, o Portal Inovação é um serviço de governo eletrônico que visa promover a interação e o desenvolvimento de projetos de cooperação técnico-científicos. A base de especialistas em CT&I conta com os dados da Plataforma Lattes atualizada constantemente. (www.portalinovacao.mct.gov.br)

⁶Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

lados, novos, titulados), docentes com e sem dupla contagem, entre outras informações. Os critérios para agrupamento e seleção são: grande área e área do conhecimento, regiões, unidades da federação, instituições de ensino superior, dependência administrativa, programa e conceito. No DataCapes, ao contrário da Base *Lattes*, não são apresentadas informações sobre doutores egressos de programas de doutorado localizados em outros países.

A Base de Currículos *Lattes* registra, dentre outras, informações sobre a inserção profissional de pesquisadores e sua integração aos grupos de pesquisa em instituições de pesquisa e ensino. Considerando que essa base é preenchida pelo próprio especialista, há a possibilidade de alguns pesquisadores estarem registrados em mais de uma área do conhecimento (i.e: agronomia e genética), ou atuando em múltiplas instituições e grupos de pesquisa, e, por isso, os resultados da busca por especialistas envolvidos no melhoramento genético de plantas podem conter imprecisões. De qualquer forma, entende-se que a Base *Lattes* apresenta um número aproximado da realidade. Vale ressaltar, ainda, que, eventualmente, pesquisadores relacionados ao tema, no país, podem não estar devidamente registrados nessa base ou, até mesmo, utilizam palavras-chave diferentes daquelas definidas neste trabalho, e, por esse motivo, o número de pesquisadores pode estar subestimado. Atualmente, a base da Plataforma *Lattes* conta com, aproximadamente, 1.620.000 currículos, sendo que cerca de 126.000 (8%) desses currículos são de doutores e cerca de 216.000 (13%) de mestres⁷.

O primeiro passo realizado na pesquisa foi levantar a quantidade de doutores titulados nos programas de pós-graduação em ciências agrárias e biológicas no período 1996-2009, utilizando a Base DataCapes. A seleção dessas duas grandes áreas do conhecimento ocorreu devido à proximidade delas no trabalho de melhoramento vegetal, principalmente a partir da década de 1980, quanto se tornou possível a utilização de novas tecnologias

⁷Website do CNPq acessado em 09 de agosto de 2008.

para obtenção das modificações genéticas desejadas. Essas tecnologias aceleram o processo de obtenção de novas cultivares, com possibilidades de criar novos meios para melhor utilizar a biodiversidade e auxiliar na customização de organismos vivos para atender às necessidades humanas.

Posterior a essa coleta de dados, foram visitados (*via web*) todos os sítios de escolas e centros de formação de recursos humanos dessas duas grandes áreas do conhecimento com o objetivo de refinar a pesquisa sobre os titulados a partir da identificação dos programas de pós-graduação que possuem linhas de pesquisa dedicadas a esse campo do conhecimento.

É previsível que o número de doutores titulados em áreas correlatas ao melhoramento genético vegetal no Brasil esteja superestimado, uma vez que a Base DataCapes apresenta um conjunto de informações e estatísticas gerais dos programas de pós-graduação e nem todos os egressos atuam, efetivamente, no tema, visto a existência de outras linhas de pesquisa em um mesmo programa, além daquelas dedicadas ao melhoramento em si.

Muitos dos programas dessas duas grandes áreas possuem linhas de pesquisa direcionadas à saúde humana e animal e ao meio ambiente, ou apresentam pouca influência no trabalho de melhoramento, como medicina veterinária e recursos pesqueiros. Os programas que não apresentam qualquer linha de pesquisa relacionada ao campo do conhecimento selecionado para este artigo não fazem parte desta análise. Portanto, são considerados programas correlatos ao melhoramento genético vegetal todos os programas que tenham, pelo menos, uma linha de pesquisa de influência nessa atividade.

A partir dessa análise, foram identificados e selecionados os programas correlatos, levando em conta as perspectivas de capacitação e desenvolvimento tecnológico para os próximos 5 a 10 anos: o sistema de melhoramento deverá estruturar-se em equipes multidisciplinares, onde todos os especialistas, com perfis diversificados, deverão trabalhar de forma integrada e com visão multidisciplinar e conhecimento sistêmico, com ênfase na integração

do conhecimento convencional (biologia, genética quantitativa, fisiologia, estatísticas, taxonomia, etc.) e conceitos e ferramentas avançadas (engenharia genética, genômica funcional, marcadores moleculares, bioinformática, etc.) (TEIXEIRA, 2008).

No momento seguinte, para o levantamento da base técnico-científica instalada no país (recursos humanos para atuar no melhoramento genético vegetal), foi definida uma unidade de consulta (expressão booleana - estruturas algébricas que "capturam a essência" das operações lógicas "e", "ou" e "não", bem como das operações da teoria de conjuntos soma, produto e complemento) e utilizada na pesquisa de dados na Plataforma Lattes, acessada via Portal Inovação. A expressão utilizada na busca faz referência às palavras-chave: "Melhoramento" e "Plantas".

Após o levantamento dos dados de ambas as bases e refinamento dos programas de pós-graduação, foram feitas análises para verificar o estoque de doutores especialistas nesse campo do conhecimento e a proporção desses recursos humanos em relação ao total de doutores titulados no país durante o período 1996-2009, assim como sua distribuição espacial no território nacional.

2.3.1. Programas de pós-graduação e titulação de doutores em áreas do conhecimento correlatas ao melhoramento genético de plantas no Brasil

Entre 1996 e 2009, o Brasil titulou 100.250 doutores em instituições de ensino superior (IES) nas mais diversas áreas do conhecimento científico e tecnológico – média de 7,16 mil doutores/ano. Praticamente, seis por cento (6%) destes são egressos de programas de pós-graduação *stricto sensu* que possuem linhas de pesquisa dedicadas, não exclusivamente, ao melhoramento genético de plantas (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de doutores titulados no Brasil e percentual de titulações em área correlatas ao melhoramento genético vegetal por ano no período de 1996 a 2009

Ano de Titulação	Quantidade	Titulados em áreas correlatas	% das áreas correlatas
1996	2.985	157	5%
1997	3.620	188	5%
1998	3.949	200	5%
1999	4.853	244	5%
2000	5.344	287	5%
2001	6.040	340	6%
2002	6.894	400	6%
2003	8.094	509	6%
2004	8.109	420	5%
2005	8.991	504	6%
2006	9.366	547	6%
2007	9.919	507	5%
2008	10.718	628	6%
2009	11.368	681	6%
Total	100.250	5.612	6%

Fonte: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Ago/2010

Nas duas grandes áreas analisadas neste levantamento, foram encontrados 69 programas⁸ de pós-graduação, em nível de doutorado, correlatos ao campo do conhecimento estudado, ou seja, àqueles que apresentam áreas de concentração e/ou linhas de pesquisa com potencial impacto nos programas de melhoramento vegetal. Foi identificado, também, o número total de titulados em programas de pós-graduação correlatos ao melhoramento de plantas por área de conhecimento relacionadas a cada programa: (1) Agronomia, (2) Biologia Geral, (3) Biofísica, (4) Bioquímica, (5) Biotecnologia, (6) Botânica, (7) Genética e (8) Recursos Florestais e Engenharia Florestal (Tabela 2). No momento da pesquisa, existiam três programas de excelência no Brasil, com conceitos igual a 7, localizados nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais (DataCapes, 2010).

⁸Nos anos mais recentes (2006-2008), novos programas com impacto no melhoramento foram criados e aprovados pela CAPES, conforme análise das áreas de concentração e/ou linhas de pesquisa desses cursos, mas ainda não titularam novos doutores, visto o pouco tempo de criação. A análise envolvida neste trabalho considera, apenas, os cursos de pós-graduação que titularam doutores no período 1996-2007.

Tabela 2 – Total de doutores titulados no Brasil em áreas selecionadas e percentual de titulações nos programas de pós-graduação correlatos ao melhoramento de plantas

Área do Conhecimento	Total de Titulados por Área	Número de Titulados em Áreas Correlatas	% de Titulados em Áreas Correlatas
Agronomia	4.897	2.432	50%
Biologia Geral	932	852	91%
Biofísica	485	123	25%
Bioquímica	2.011	480	24%
Biotecnologia	386	172	45%
Botânica	1.110	666	60%
Genética	1.320	486	37%
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	550	401	73%
Total	11.691	5.612	48%

Fonte: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Dez/2010

A Agronomia é a área responsável pela formação da maioria dos doutores relacionados ao trabalho de melhoramento vegetal. Quarenta e três por cento do total de titulados em melhoramento de plantas e áreas correlatas são egressos da área de Agronomia. Os demais 57% são egressos das outras sete áreas, com destaque para Biologia Geral, Bioquímica, Botânica e Genética.

A alta percentagem de doutores relacionados ao melhoramento vegetal titulados em Biologia Geral ocorre, predominantemente, por dois motivos básicos: (1) a vocação agrícola do país e (2) a aplicação crescente do conhecimento da biologia celular e molecular para geração de novas cultivares em programas de melhoramento de plantas.

A participação de titulados em Agronomia no campo do conhecimento analisado é, em termos percentuais, menor que a participação na área de Biologia Geral, tal fato ocorre porque alguns programas de pós-graduação dessa área são dedicados a estudos que vão além do melhoramento de plantas e contam com linhas de pesquisa bastante diversificadas e abrangentes que geram impactos na etapa pós-melhoramento (ex: estudo sobre solos, práticas de manejo, controle de insetos, doenças e plantas dani-

nas, produção vegetal, entre outras atividades).

Dentro da área de Agronomia, 39% dos programas são de melhoramento vegetal ou correlatos. As outras sete áreas restantes são responsáveis por 61%, com destaque para as áreas de Biologia Geral, Botânica, Genética e Biotecnologia. O conjunto dessas quatro áreas tem capacidade de treinar recursos humanos altamente estratégicos para o país, executando, por exemplo, trabalhos de coleta, armazenamento e conservação da variabilidade genética em bancos de germoplasma, contribuindo, sobremaneira, para o melhoramento de plantas.

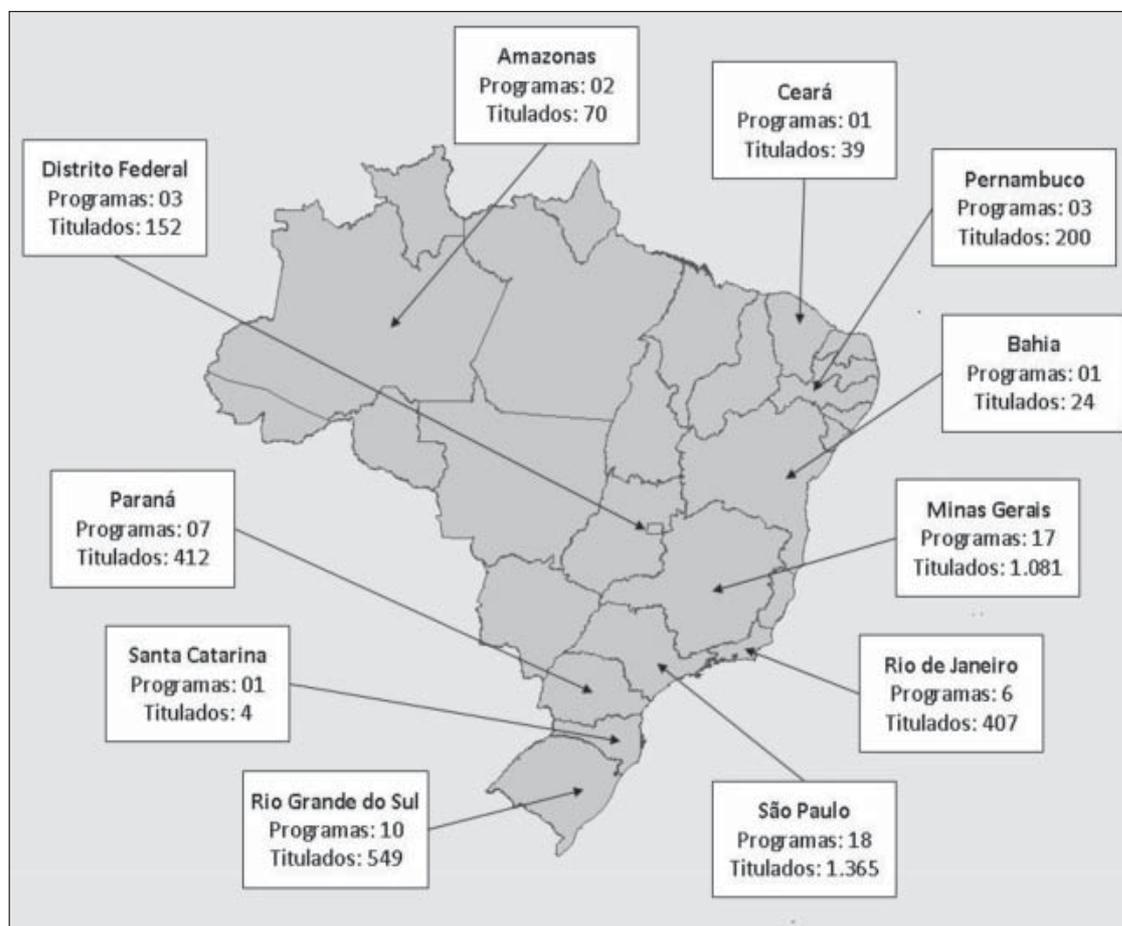
Tabela 3 – Percentual de programas correlatos por área do conhecimento

Área do Conhecimento	Total de Programas por Área	Número de Programas correlatos	% de Programas correlatos
Agronomia	131	27	20%
Biologia Geral	28	11	39%
Biofísica	3	2	67%
Bioquímica	16	3	19%
Biotecnologia	23	6	26%
Botânica	22	10	45%
Genética	23	7	30%
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	20	3	15%
Total	266	69	0,26

Praticamente 85% dos programas de pós-graduação correlatos ao melhoramento vegetal estão localizados nas regiões Sul e Sudeste e são responsáveis pela titulação de 88% dos melhoristas e/ou doutores desse campo do conhecimento, com destaque para os estados de São Paulo (1.365 titulados no período da análise) e Minas Gerais (1.081 titulados), por apresentarem 18 e 17 programas de pós-graduação correlatos, respectivamente (Figura 1). Esses dois estados, juntos, são responsáveis pela titulação de 57% desses doutores.

A Figura 1 apresenta o número de doutores titulados no período 1996-2007 e a quantidade de programas de pós-graduação em áreas correlatas ao melhoramento genético vegetal por unidade da federação.

Figura 1 – Número de Programas Correlatos e de Titulados por Unidade da Federação



Fonte: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Dez/2008

2.3.2. Distribuição geográfica dos doutores em áreas do conhecimento correlatas ao melhoramento genético de plantas no Brasil

Esta parte do artigo busca apresentar uma análise aproximada da situação atual da base técnico-científica em melhoramento vegetal a partir do levantamento de dados da Plataforma *Lattes*, acessada via Portal Inovação, de modo a apresentar o percentual efetivo de doutores que atuam diretamente nesse campo do conhecimento e sua distribuição espacial no território nacional. Para o mapeamento das competências nacionais em melhoramento genético, foi utilizada a expressão *booleana* descrita abaixo:

(melhoramento* and (planta* or vegeta* or cultiva* or semente*))

A definição dessa expressão demandou um exercício de análise probabilística dos resultados preliminares das buscas realizadas com diferentes palavras-chave relacionadas ao tema, envolvendo, inclusive, expressões específicas das ciências agrárias e biológicas como, por exemplo, marcador molecular, clonagem, fisiologia, taxonomia, genética, transgênicos, biotecnologia, entre outras, combinadas aos termos “melhoramento” e “plantas” (e seus sinônimos). Foram tabulados os resultados encontrados em cada combinação e feita avaliação qualitativa, tomando como referência as áreas de titulação dos doutores, instituições e programas de titulação indicados na Base DataCapes. A partir desse esforço, foi possível definir a expressão *booleana* de maior abrangência e correlação com o tema estudado, tendo em vista a necessidade de se encontrar o número máximo de currículos correspondentes à realidade. O asterisco (*), após cada palavra, é utilizado para capturar os termos escritos em singular e plural, como, por exemplo, planta e plantas.

Na pesquisa, foram encontrados 4.733 (quatro mil, setecentos e trinta e três) registros⁹ de doutores relacionados ao tema, representando 4,7% do total de titulados no Brasil em todas as áreas do conhecimento científico e tecnológico durante o período analisado. Foram identificadas, nessa busca, áreas do conhecimento¹⁰ de menor influência técnico-científica para o desenvolvimento de novas cultivares, como, por exemplo, administração, economia e direito.

As áreas do conhecimento consideradas no tópico anterior (agronomia, biologia geral, biofísica, bioquímica, botânica, genética e recursos florestais) são responsáveis por 62% dos especialistas encontrados (2.954) (Tabela 4). Desse total, 74,2% dos doutores informa, em seus currículos, a participação em grupos

⁹O fato de a expressão booleana aparecer pelo menos uma vez no currículo, já é contado como um registro.

¹⁰O levantamento de competências apresentado nesta parte do trabalho considerou, para efeito de organização por áreas do conhecimento, a titulação máxima do especialista.

de pesquisa localizados em instituições de ensino e pesquisa do país (1.353).

Tabela 4 – Frequência de especialistas em melhoramento genético de plantas por área do conhecimento

Áreas do Conhecimento	Número de Doutores cadastrados na Base <i>Lattes</i>
Agronomia	2.235
Biologia Geral	128
Biofísica	0
Bioquímica	71
Biotecnologia	0
Botânica	153
Genética	251
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	116
Outras áreas	1413
Não informada	366
Total	4.733

Fonte: Plataforma Lattes, acessada pelo Portal Inovação – Dez/2008

Não foram encontrados, na base da Plataforma Lattes, registros de doutores titulados na área de biotecnologia. Uma explicação razoável para essa incompatibilidade é que, até o momento dessa pesquisa, os especialistas informavam, em seus currículos, outra área de titulação máxima. Até o ano de 2006, os programas hoje enquadrados pela CAPES nessa área do conhecimento estavam classificados em genética, bioquímica ou agronomia. Por esse motivo, é possível que os currículos dos especialistas titulados nesses programas estejam registrados em outras áreas da árvore de conhecimento do CNPq, ou não estão devidamente registrados no *CV Lattes*.

A partir do levantamento dos titulados em programas correlatos e do contingente de doutores especialistas em melhoramento vegetal encontrado na base da Plataforma *Lattes*, é possível fazer uma estimativa aproximada do percentual de profissionais titulados em programas de pós-graduação que atuam, diretamente, no melhoramento genético vegetal. Estima-se que noventa e dois por cento (92%) dos doutores titulados em programas correlatos enquadrados em Agronomia são profissionais que atuam nesse segmento. Genética (52%) e Botânica (23%) também registram índices significativos (Tabela 5).

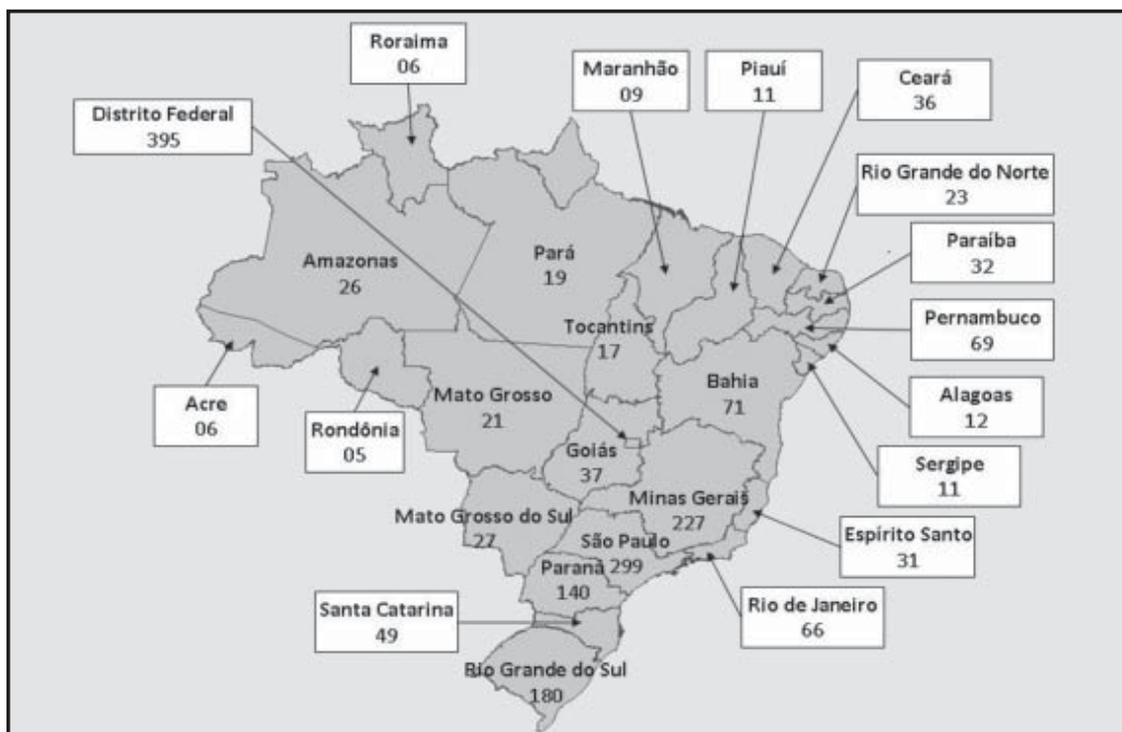
Tabela 5 – Percentual de doutores titulados por área do conhecimento com participação no melhoramento genético de plantas

Áreas do Conhecimento	Número de Titulados em Programas correlatos	Número de Doutores cadastrados na Base <i>Lattes</i>	Proporção dos doutores titulados e cadastrados na Base <i>Lattes</i>
Agronomia	2432	2235	92%
Biologia Geral	852	128	15%
Biofísica	123	0	0%
Bioquímica	480	71	15%
Biotecnologia	172	0	0%
Botânica	666	153	23%
Genética	486	251	52%
Recursos Florestais e Engenharia Florestal	401	116	29%
Outras áreas	-	1413	
Não informada	-	366	
Total	5612	4733	84%

Fonte: Plataforma *Lattes*, acessada pelo Portal Inovação – Dez/2008

As competências que atuam, diretamente, no trabalho de melhoramento vegetal são encontradas em, praticamente, todas as unidades da federação, com exceção do estado do Amapá, onde não foram encontrados registros de doutores (Figura 2).

Figura 2 – Mapa das competências nacionais em melhoramento genético de plantas por Unidade da Federação. Os números correspondem ao quantitativo de doutores em cada estado.



Fonte: Plataforma *Lattes*, acessada pelo Portal Inovação – Dez/2008

Em relação à localização desses doutores, a região centro-sul do país é responsável pela fixação de 80% das competências. Os estados de São Paulo (16%) e Minas Gerais (12,4%), mais o Distrito Federal (21,6%), concentram 50,5% da base técnico-científica nacional (Tabela 6).

Tabela 6 – Percentual de doutores envolvidos com melhoramento genético de plantas por região territorial

Região	%
Norte	3,46%
Nordeste	18,56%
Centro Oeste	19,46%
Sudeste	36,18%
Sul	22,34%

Fonte: Plataforma *Lattes*, acessada pelo Portal Inovação – Dez/2008

2.4. Cenário futuro para o melhoramento genético vegetal e seus possíveis impactos na capacitação de recursos humanos

A evolução da engenharia genética com o sequenciamento de genes de vários organismos vivos representa uma importante contribuição para o melhoramento genético vegetal, o que vem alterando a direção das trajetórias tecnológicas¹¹ da agricultura há muito tempo consolidadas. Vale ressaltar que, mesmo com a emergência da biotecnologia, os procedimentos do melhoramento genético de plantas não se alteram. Entretanto, essas ferramentas biotecnológicas complementam o trabalho do melhorista, associando-se com as chamadas “técnicas convencionais”.

Existem duas frentes não excludentes de pesquisa para a área de sementes: o melhoramento convencional¹², que se utili-

¹¹Uma trajetória tecnológica pode ser definida como uma atividade do progresso técnico junto a “trade-offs” econômicos e tecnológicos definidos por um paradigma (DOSI, 1988). Por sua vez, “os paradigmas tecnológicos têm um poderoso ‘efeito de exclusão’: os esforços e a imaginação tecnológica dos engenheiros e das instituições em que eles se inserem estão focalizados em direções bastante precisas, estando eles - por assim dizer - “cegos” com respeito a outras alternativas tecnológicas” (DOSI, 1982: 153).

¹²A evolução do melhoramento genético convencional passou por métodos de avaliações de experimentos com diferentes delineamentos estatísticos para conseguir medir a produtividade dos diferentes cruzamentos que são realizados.

za de técnicas tradicionais, sustentado em cruzamento, seleção e genética quantitativa, e o melhoramento que utiliza tecnologias modernas para obtenção das modificações genéticas desejadas, derivadas da biologia molecular e das aplicações da informática ao melhoramento. A integração entre o novo e o clássico tem trazido grandes avanços no melhoramento genético de plantas.

Machado (2005) considera que “o melhoramento é um *re-design* de organismos vivos, a recombinação genética é um procedimento de busca e a biotecnologia é filha diletta da automação de processos”. Nessa mesma linha de pensamento, *John Purvis*¹³ afirma que a biotecnologia, em especial a engenharia genética¹⁴, é considerada uma das tecnologias-chave. Com a combinação das ferramentas biotecnológicas (marcadores moleculares, engenharia genética, clonagem, entre outras), é possível realizar, mais rapidamente e com sucesso, a rota das descobertas e invenções, além da possibilidade de adotar estratégias de diversificação de produtos derivados de organismos vivos. Estima-se que, com a utilização dessas tecnologias, o prazo de obtenção de novas cultivares passe de 7 a 8 anos para 3 a 4 anos (SALLES-FILHO, 1998; SILVEIRA, 2001).

Um dos produtos mais evidentes de utilização dessas novas ferramentas na agricultura são as plantas geneticamente modificadas ou transgênicas. A possibilidade de desenvolver novas cultivares com novos atributos e independente da compatibilidade sexual entre espécies representa o maior impacto nesse setor, permitindo aumentar a resistência contra pragas e doenças e melhorar a qualidade dos alimentos.

Os primeiros experimentos a campo de plantas transgênicas foram feitos em 1986, nos Estados Unidos e na França, e o pri-

¹³Relator do Relatório “sobre o futuro da biotecnologia (2000/2100(INI))”, número A5-0080/2001, da Comissão da Indústria, do Comércio Externo, da Investigação e da Energia do Parlamento Europeu – Comissão Europeia.

¹⁴ “A Engenharia Genética constitui um conjunto de técnicas de análises moleculares que permitem estudos de caracterização, expressão e modificação do material genético (DNA e RNA) dos seres vivos” (Cordeiro, 2003: 09).

meiro produto alimentício produzido pela biotecnologia a receber aprovação para consumo foi o tomate longa vida (Flavr-Savr[®]), desenvolvido pela empresa americana *Calgene* e comercializado a partir de 1994 (SILVEIRA *et al*, 2004). Em 2004, 63 países realizavam pesquisas com variedades geneticamente modificadas em 57 espécies de plantas, entre grãos, frutas e hortaliças (RUNGE & RYAN, 2004). A plantação de transgênicos em grande escala para fins comerciais chegou a 282,4 milhões de acres (114,3 milhões de hectares) em 2007 (JAMES, 2008).

Existe, hoje, um conjunto de culturas altamente tecnificadas, onde a biotecnologia já tem papel central, que são as espécies mais importantes economicamente e que podem ser chamadas de *Global Crops*, como soja, milho, sorgo, canola, eucalipto, algodão, cana-de-açúcar, entre outras. Mas há, também, outras culturas nas quais, comparativamente com as espécies já citadas, a aplicação da biotecnologia associada com técnicas convencionais, como são os casos do arroz, feijão, alguns legumes, hortaliças e frutas. O próprio sistema reprodutivo da planta, muitas vezes, não gera interesse por parte das empresas por ser uma planta autógama, que se reproduz por autofecundação, gerando dificuldades de apropriação intelectual.

Muitas empresas tradicionais do setor de sementes vêm construindo suas capacitações locais para o desenvolvimento de novas cultivares, adotando as técnicas modernas para geração de novos produtos, dentre as quais se encontram a transgenia e as ferramentas de biologia molecular (genômica¹⁵, marcadores moleculares, cultivo *in vitro*, clonagem, bioinformática, entre outras). Essas técnicas permitem um trabalho de melhoramento mais objetivo e com obtenção de resultados em menor tempo.

Nos últimos quinze anos, grandes empresas multinacionais do setor químico iniciaram processo de diversificação em

¹⁵Grande parte das espécies de importância econômica está tendo seu genoma completamente sequenciado e as informações estão sendo acopladas aos programas de melhoramento genético convencional. Assim foi com o arroz e milho, está sendo com a soja e sorgo e vai ser com o eucalipto, trigo e cana-de-açúcar (embora tenha uma biologia diferente por ser uma espécie poliplóide e seja um trabalho mais complexo), entre outras.

direção à indústria de sementes: as possibilidades de combinar técnicas de engenharia genética, no desenvolvimento de plantas mais resistentes, aos defensivos químicos, às pragas e aos insetos abriram novas perspectivas de expansão do capital das empresas do ramo agroquímico. Essas empresas perceberam que conhecer, proteger e aplicar tais tecnologias é um diferencial competitivo evidente.

Contudo, a participação de novos atores no mercado de sementes mundial demanda recursos humanos capacitados a trabalhar com técnicas modernas, provenientes da engenharia genética e genômica, integrando o conhecimento do melhoramento clássico a esse trabalho. Nesse sentido, é importante acompanhar e adotar as recomendações da GIPB (*Global Partnership Initiative for Plant Breeding Capacity Building*)¹⁶, iniciativa da FAO em parceria com instituições de pesquisa e desenvolvimento agrícola dos países-membros.

Entre as ações da GIPB, estão previstas a realização de consultas eletrônicas com especialistas para identificar gargalos e oportunidades relacionadas ao melhoramento de plantas, levando em consideração as necessidades nacionais e regionais existentes em cada país-membro. A primeira consulta¹⁷ foi realizada no ano de 2007 e contou com a participação de 66 especialistas de diferentes instituições localizadas em diversos países para sugerir o plano operacional 2009-2013 da GIPB. Na ocasião, foram estabelecidos cinco objetivos estratégicos dessa parceria:

- (1) Suporte no desenvolvimento de políticas associadas ao melhoramento de plantas;
- (2) Suporte à educação e à formação de recursos humanos;
- (3) Facilitar o acesso às tecnologias;
- (4) Facilitar a troca dos recursos genéticos vegetais; e
- (5) Compartilhamento de informações.

¹⁶A missão da GIPB é fortalecer os programas de melhoramento genético de plantas dos países a partir de estudos, análises e recomendações institucionais e políticas.

¹⁷Fonte: GIPB (<http://km.fao.org/gipb/>) – acessado em 9 de julho de 2008.

Sobre o segundo objetivo estratégico – suporte à educação e formação de recursos humanos – e, de acordo com a segunda consulta realizada em 2008, a GIPB e as suas organizações parceiras já apontam para a necessidade de adaptação dos currículos existentes nos centros de formação, incorporando não só matérias multi e trans-disciplinares na preparação dos futuros melhoristas de plantas, com ênfase na integração do conhecimento convencional (genética quantitativa, estatísticas, dentre outras) e conceitos e ferramentas avançadas (genômica funcional, marcadores moleculares, bioinformática, e outros), mas também disciplinas alternativas que incorporem habilidades gerenciais, de mercado e outras capacidades necessárias ao pleno desenvolvimento de novas cultivares, como, por exemplo, cursos de curta duração em tecnologia de informação.

No futuro próximo, espera-se do melhorista uma visão multidisciplinar, com um perfil diversificado e de conhecimentos integrados com a genômica, engenharia genética e fisiologia de plantas, e, também, que saiba entender e interagir com o meio ambiente e a sociedade. Para tal, os cursos de pós-graduação devem dotar o aluno de visão sistêmica e de conhecimentos que vão além dos aspectos teóricos vinculados com sua disciplina específica de pesquisa. Todavia, conhecer as técnicas de melhoramento tradicional para tornar realidade a inserção de genes exógenos, com maior segurança, em outro organismo por meio da biotecnologia é condição fundamental.

Algumas universidades do mundo¹⁸ já proporcionam uma formação de interface entre melhoramento convencional e biotecnologia, visto que, nos últimos anos, alguns centros de formação

¹⁸*University of Illinois, Plant Breeding Center* (Estados Unidos); *Tuskegee University, Plant Molecular Genetics* (Estados Unidos); *Cornell University, Plant Breeding and Genetics* (Estados Unidos); *Ghent University, Institute of Plant Biotechnology for Developing Countries* (Bélgica); *Montana State University* (Estados Unidos); *Chinese Academy of Agricultural Sciences, Institute of Crop Science* (China); *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas* (Síria); *University of Reading, School of Agriculture, Policy and Development* (Reino Unido); *Kasetsart University, Center for Agricultural Biotechnology* (Tailândia).

de recursos humanos montaram programas interdisciplinares de *genomic science* ou *molecular breeding*, fortalecendo a interface entre o novo e o clássico.

Sob a ótica dos países, acompanhar o ritmo e a direção das mudanças que estão em curso permite assegurar o futuro da competitividade agrícola, onde a capacitação e o desenvolvimento tecnológico em melhoramento genético e em biotecnologia são fatores fundamentais para pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares.

2.4.1. Posicionamento do Brasil em relação a este cenário: evolução da base técnico-científica e tendências de formação.

Até a década de 80, os programas de melhoramento genético de plantas, no Brasil, foram fortemente sustentados em seleção baseada em cruzamento e desenvolvidos, principalmente, por instituições públicas. No Brasil, sempre houve programas privados, como os ligados às cooperativas e empresas, normalmente com importância econômica menor que a das organizações públicas, mas, mesmo assim, importantes, como os casos da OCEPAR, FECOTRIGO e Agroceres. Nos últimos 15 anos, com o potencial para geração de híbridos, tem aumentado a importância de programas ligados à iniciativa privada, que, hoje, domina boa parte do mercado de cultivares, principalmente, das commodities agrícolas.

Os resultados obtidos a partir da pesquisa e desenvolvimento (P&D) destinados ao setor podem ser expressos pelas taxas de crescimento do PIB agropecuário brasileiro, publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): no período de 1990 a 2002, o PIB agropecuário do país cresceu a 3,18% a.a., enquanto o PIB total do país cresceu 2,71%, e, de 1999 a 2002, o PIB agropecuário cresceu quase o dobro do PIB nacional, 4,29% e 2,32%, respectivamente (GASQUES E BASTOS, 2003 apud Castro et al. 2005). Vale ressaltar que a introdução e a adaptação de cada nova espécie ou cultivar representam uma mudança, não

somente no balanço comercial do país, mas também no balanço dos elementos que compõem os ecossistemas e a própria sociedade (DEAN, 1989).

O Brasil conta com escolas que capacitam bons melhoristas com formação em biologia molecular e genética e em métodos de melhoramento, num total de dez programas específicos de pós-graduação em genética e melhoramento, como os da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP-, Universidade Federal de Viçosa – UFV -, Universidade Federal de Lavras – UFLA-, Universidade Estadual de Maringá – UEM -, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP -, Instituto Agrônomo de Campinas – IAC-, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF -, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE -, Universidade Federal de Goiás – UFG - e Universidade Federal do Piauí - UFPI -.

Devido à ampliação da entrada de empresas multinacionais no mercado brasileiro, primeiro para abastecimento interno e depois para atender ao mercado internacional, motivado, inclusive, pelo aumento de preços das *commodities* agrícolas, a quantidade de melhoristas titulados por ano, no Brasil, não está atendendo à necessidade das instituições (públicas e privadas) que atuam no setor: poucas são as universidades que proporcionam uma formação de interface entre melhoramento convencional e biotecnologia no país, refletindo em escassez de recursos humanos com perfil mais talhado a enfrentar desafios do setor privado.

Em relação à aplicabilidade das técnicas pelo melhorista em si, na maior parte das multinacionais instaladas no país, o uso das técnicas biotecnológicas no melhoramento já é rotina. Entretanto, em comparação às universidades americanas, há uma menor interação das universidades brasileiras com as empresas privadas. No caso brasileiro, seria interessante adotar uma política de relacionamento das universidades com o setor empresarial, com um formato institucional que possa ampliar os investimentos em capacitação. Mesmo porque, além do ambiente legal favorável, as empresas multinacionais do setor de sementes investem

em pesquisa onde já existam recursos humanos capacitados. Vale ressaltar que, no processo da inovação e da competitividade, são as instituições de ensino superior que qualificam os recursos humanos essenciais para dar coerência a políticas nacionais e comunitárias de inovação e competitividade. É importante adequar o currículo dos programas de pós-graduação à demanda existente.

Outro ponto importante para análise da base técnico-científica brasileira em melhoramento genético vegetal refere-se ao número de titulações de doutores especialistas ao longo dos últimos anos (1996 a 2009). Os dados indicam um crescimento marginal no número de titulados em áreas correlatas¹⁹ no período (Tabela 7 – coluna b). Vale lembrar que nem todos os egressos dessas áreas atuam, efetivamente, no tema, visto a existência de outras linhas de pesquisa nos programas de pós-graduação, além daquelas dedicadas ao melhoramento em si.

Tabela 7 – Percentual de melhoristas e profissionais de áreas correlatas em relação ao total de doutores titulados no Brasil entre 1996 a 2007

Ano de Titulação	Número médio de doutores titulados no Brasil (a)	Número médio de doutores titulados em áreas correlatas (b)	(b/a)	Número médio de melhoristas titulados no Brasil (c)	(c/a)	(c/b)
1996-1998	3.620	188	5,19%	114	3,15%	60,64%
1999-2001	5.344	287	5,37%	137	2,56%	47,74%
2002-2004	8.094	420	5,19%	163	2,01%	38,81%
2005-2007	9.366	507	5,41%	171	1,83%	33,73%
2008-2009	11.043	654	5,92%	249	2,25%	38,07%

Fonte: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Dez/2008

Ao analisar o percentual médio de melhoristas titulados nos triênios 1996-1998; 1999-2001; 2002-2004; 2005-2007, observa-se uma redução gradativa no percentual médio de doutores

¹⁹Conforme metodologia, áreas correlatas são aquelas que possuem programas de pós-graduação, em nível de doutorado, contendo áreas de concentração e/ou linhas de pesquisa com potencial impacto nos programas de melhoramento vegetal. Contemplam as seguintes áreas do conhecimento: (1) agronomia, (2) biologia geral, (3) biofísica, (4) bioquímica, (5) biotecnologia, (6) botânica, (7) genética e (8) recursos florestais e engenharia florestal.

titulados em programas específicos para formação de melhoristas em relação à média de doutores titulados no Brasil, no mesmo período (de 3,1% para 1,8%). Ao observar somente o ano de 2007, esse percentual cai para 1,2%, com 117 melhoristas titulados em instituições de ensino superior no Brasil, nesse ano.

Se por um lado houve crescimento, mesmo que marginal, no número de titulados em programas correlatos sobre o total de titulações do país no período analisado, por outro lado houve uma redução real no número de melhoristas formados ao longo dos últimos anos, motivada, inclusive, pela criação de novos programas em outras áreas do conhecimento.

Com uma provável retração nos investimentos para formação de recursos humanos e pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares, as distâncias científicas e tecnológicas tendem a aumentar consideravelmente em relação a outros países que estão na fronteira do conhecimento. Esse fato vai à contramão dos esforços de atração de investimentos diretos estrangeiros (IDE) destinados à P&D, internalizados no país com a entrada de empresas multinacionais do setor agroquímico e de sementes.

Se for mantida essa política, o país corre sério risco de perder seu papel protagonista no desenvolvimento de cultivares e de inovações na agricultura já nos próximos cinco ou dez anos, passando a ser um mero receptor de tecnologias e conhecimentos gerados externamente. Conforme já mencionado no texto, empresas transnacionais realizam P&D nos países onde existam recursos humanos capacitados, além de marcos regulatórios definidos.

Machado (2005) aponta algumas áreas de pesquisa que podem surtir efeitos positivos na formação profissional e acadêmica dos futuros melhoristas brasileiros, são elas: seleção recorrente e marcadores moleculares; técnicas de análise da expressão gênica; biologia de sistemas e biologia sintética²⁰ – tudo isso alia-

²⁰A primeira conferência sobre biologia sintética do mundo aconteceu em junho de 2004. Dois meses depois, a Universidade da Califórnia e Berkeley (EUA) anunciou o estabelecimento do primeiro departamento de biologia sintética nos Estados Unidos (ETC Group, 2004: p. 36).

do à bioinformática como ferramenta de automação de processos já consagrados, buscando redescobrir e utilizar, com maior velocidade, o que já existe nos bancos internacionais de códigos genéticos. Além dessas áreas, a nanotecnologia está, rapidamente, convergindo com a biotecnologia e a tecnologia da informação e pretende alterar, radicalmente, os sistemas de alimentação e agricultura (ECT Group, 2004).

O desafio é acompanhar o ritmo das mudanças técnico-científicas e a velocidade de atualização das tecnologias que potencializam o trabalho de melhoramento pela comunidade científica brasileira. Isso envolve, certamente, aplicações crescentes de recursos financeiros (públicos e privados) e formação de mais doutores e especialistas para resolução de problemas (em termos de volume e qualidade).

2.5 Considerações finais

Este artigo apresenta o mapa da capacitação e da base técnico científica em melhoramento genético de plantas no Brasil, a partir de uma metodologia que utiliza bancos de dados públicos e de grande utilidade para o aprimoramento das políticas públicas de formação de recursos humanos em áreas estratégicas para o país.

É importante ressaltar que os dados referentes aos egressos podem estar superestimados, tendo em vista que os “programas correlatos” são considerados, neste estudo, como todos os programas de pós-graduação existentes no país com, pelo menos, uma área de concentração e/ou linha de pesquisa relacionada ao melhoramento vegetal. Em muitos dos programas analisados, existem, também, outras linhas de pesquisa não dedicadas, exclusivamente, a esse campo do conhecimento, com implicações nas áreas de saúde humana, animal e meio ambiente.

Os dados de especialistas, a partir da Base Lattes, que contou com a utilização de palavras-chave específicas e depende do cadastro voluntário de doutores, podem conter imprecisões,

pelo fato das inclusões dependerem do próprio especialista e a busca dessas palavras se darem em qualquer campo de ocorrência no currículo do mesmo.

Qualquer política de fortalecimento da capacitação ou de indução estratégica poderá lançar mão de levantamentos que, como este, possibilitam o mapeamento das competências individuais e institucionais a partir dessas bases de dados. As informações levantadas contribuem para identificar e localizar instituições e programas capazes de formar profissionais em áreas relevantes para o melhoramento vegetal, assim como reconhecer o contingente de doutores que atua em especialidades relacionadas.

Nesse contexto, os resultados desse levantamento apontam para a existência de 69 programas de pós-graduação, em nível de doutorado, que apresentam áreas de concentração e/ou linhas de pesquisa relacionadas ao melhoramento vegetal e biotecnologia. Praticamente 85% dos programas de pós-graduação correlatos estão localizados nas regiões Sul e Sudeste e são responsáveis pela titulação de 88% dos melhoristas e/ou doutores nesse campo do conhecimento. As principais áreas de formação de recursos humanos para o segmento são Agronomia, Genética e Botânica.

A região norte do país conta com, apenas, dois programas correlatos: Botânica, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA -, e Biotecnologia, na Universidade Federal do Amazonas – UFAM -, ambos com conceito 3 pela CAPES. Essa mesma região conta com 4% do total de doutores que, efetivamente, trabalham com melhoramento genético vegetal (não foram encontrados registros de pesquisadores no estado do Amapá).

No Nordeste, três são os estados com programas de pós-graduação correlatos ao campo do conhecimento: CE (1), PE (3) e BA (1) – representando 7,4% do total de programas. A presença de melhoristas e/ou doutores que trabalham com melhoramento de plantas foi registrado em todos os estados da região, com destaque para Bahia (71) e Pernambuco (69).

O Centro-Oeste possui três programas de formação de recursos humanos correlatos ao melhoramento localizados no Distrito Federal: Fitopatologia (UnB); Ciências Biológicas - Biologia Molecular (UnB), Genômica e Biotecnologia (UCB). Mesmo com a centralização de cursos na capital federal, a região central do Brasil conta com 26% da base técnico-científica nacional em melhoramento (DF – 395 especialistas; GO – 37; MT – 21; MS – 27) e é responsável por 40% da produção brasileira de grãos, uma das maiores fronteiras agrícolas do mundo.

A região sudeste, com a maior presença de programas de pós-graduação correlatos (60,3%) e de contingente de recursos humanos capacitados (34%), apresenta-se como o maior centro de capacitação e de fixação de pessoal qualificado nas instituições de pesquisa e desenvolvimento localizadas, principalmente, nos estados de São Paulo (299 especialistas) e Minas Gerais (227).

O Sul do país ocupa a segunda colocação em número de programas correlatos (25%) e terceiro em contingente de pessoal (20%), superado pelo Sudeste e Centro-Oeste.

Em linhas gerais, a base de competência instalada no país é extremamente competitiva quando é comparado o conhecimento nacional sobre técnicas convencionais de melhoramento em relação ao mundo. Entretanto, existe um distanciamento da fronteira do conhecimento científico e tecnológico e do uso das técnicas de melhoramento genético de plantas em algumas áreas ligadas à biologia molecular. Esse distanciamento pode levar à perda da competência instalada no país já nos próximos cinco a dez anos.

Alguns problemas nessa área merecem destaque, tais como: a ausência de políticas governamentais de longo prazo, a pulverização de recursos financeiros, a descontinuidade na liberação destes, ocorrida em certas fases dos programas de melhoramento genético de plantas existentes no país e visão compartimentada entre o melhoramento convencional e o moderno em alguns centros de formação. A não atenção para a solução desses problemas pode levar o país à desatualização dessa área em que a competência nacional apresenta certa competitividade. Nesse

cenário, é urgente ampliar os investimentos em capacitação, com visão integrada entre o melhoramento clássico e o moderno, de modo a atender a necessidade das instituições que atuam no setor e de programas de melhoramento genético vegetal, incentivando o uso sistemático dessas modernas técnicas para desenvolver novas cultivares.

2.6 Referências

- CASTRO, A. M. G. et al. *O futuro do melhoramento genético no Brasil: impactos da biotecnologias e das leis de proteção de conhecimento*. Brasília, DF. EMBRAPA, 2005.
- CORDEIRO, M. C. R. *Engenharia Genética: conceitos básicos, ferramentas e aplicações*. Documento 86. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA. Brasília. 2003
- DEAN, W. *A Botânica e a Política Imperial: Introdução e Adaptação de Plantas no Brasil Colonial e Imperial*. Artigo. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP). Conferência feita no Instituto de Estudos Avançados da USP no dia 21 de junho de 1989. São Paulo. 1989.
- DOSI, G. et al. (orgs) *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publishers, London. 1988.
- DOSI, G. *Technological paradigms and technological trajectories*. Research Policy, v.2, n.3, p.147-162, 1982.
- ETC Group. *Extreme Genetic Engineering: An Introduction to Synthetic Biology*. 2007
- FEHR, W. R. *Principles of cultivars development*. New York: Macmillan, 1987.
- GASQUES, J. G. et al. *Desempenho e Crescimento do Agronegócio Brasileiro*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Diretoria de Políticas e Estudos Sociais (DISET), 2004.
- JAMES, C. *Global Status of Commercialized Biotech / GM Crops: 2007*. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA Briefs No. 37-2007). 2008.
- MACHADO, J. *Tecnologia da Informação e Melhoramento Ge-*

nético: uma investigação sobre interações G x E* nos espaços de inflexão coevolutiva. CGEE. 2005 (texto para discussão)

PARLAMENTO EUROPEU. *O futuro da biotecnologia. Relatório* (2000/2100(INI)), número A5-0080/2001, da Comissão da Indústria, do Comércio Externo, da Investigação e da Energia, RELATOR John Purvis – Comissão Europeia. 2001

RUNGE & RYAN. *The Global Diffusion of Plant Biotechnology: International Adoption and Research in 2004*, University of Toronto, 2004

SILVEIRA, J. M. F. J.; BORGES, I. C. *Um Panorama da Biotecnologia Moderna*, 2004. In SILVEIRA, J. M., DAL POZ, M. E., ASSAD, A. L. *Biotecnologia e Recursos Genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas, Brasil, 2004

TEIXEIRA, R. A. *Capacitação em melhoramento genético de plantas no Brasil: situação atual e perspectivas*. Dissertação. Campinas, SP, 2008.

VIOTTI, E. B, BAESSA, A. R. *Características do emprego dos doutores brasileiros: características do emprego formal no ano de 2004 das pessoas que obtiveram título de doutorado no Brasil no período 1996-2003*. Brasília. CGEE, 2008.

Bases de dados utilizadas

DataCapes

(<http://ged.capes.gov.br/AgDw/silverstream/pages/frPesquisa-Coleta.html>)

Plataforma Lattes, acessada pelo Portal Inovação

(www.portalinovacao.mct.gov.br)

CAPÍTULO 3

Mapeamento de Competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil: Resultados da Consulta “WEB” 2010 – CGEE/ SBMP

Por demanda da Associação Brasileira de Melhoramento de Plantas – SBMP –, do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa – e da Organização das Nações para Agricultura e Alimentação – FAO –, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE – realizou, no final do ano de 2009 e início de 2010, uma pesquisa sobre *Competências em melhoramento genético vegetal no Brasil* com o objetivo de conhecer o universo de pesquisadores, professores, consultores e outros profissionais que atuam na área de melhoramento genético de plantas no Brasil.

Foram levantados 3681 nomes de potenciais melhoristas de plantas a partir das seguintes fontes: do trabalho realizado, anteriormente, pelo Prof. Dr. Magno Antonio Patto Ramalho (Capítulo I); da relação de sócios da SBMP; das listas de participantes de Congressos de Melhoramento Genético de Plantas no Brasil, sendo essas duas últimas fornecidas pela SBMP; do Portal de Inovação (www.portalinovacao.mct.gov.br) e em outras fontes. Nessa relação, havia um grande número de nomes dos quais não foi possível localizar o endereço eletrônico ou com endereços incorretos, razão pela qual foram consultados 3299, para os quais foi encaminhada uma consulta denominada Mapeamento de Competências (ANEXO 1) que, além das informações pessoais (dados de passaporte), constava de oito itens abordando: a natureza de atividade; a(s) espécie(s) com as quais trabalha; a experiência profissional no exterior; a produção tecnológica obtida; sugestão de desafios impactantes; disciplinas indispensáveis para formação do profissional em melhoramento e sugestão de nomes de melhoristas brasileiros a serem incluídos nesta consulta.

Os resultados foram reunidos em uma planilha (Excel) denominada *Exportação Consulta MGV*. Do total de 3299 consultados, responderam à consulta 698 (21%) profissionais de nível superior (Graduados, Mestres e Doutores) pertencentes a 178 instituições. No caso específico da Embrapa, cada unidade (Centro) foi contada como uma instituição. Também foram computados casos de respondente de uma instituição que trabalha, permanentemente, em outra. Do total, 48 respondentes não indicaram o lo-

cal de trabalho. A seguir, a relação de instituições a que pertencem os 698 profissionais que responderam à consulta Mapeamento de Competências em Melhoramento Genético de Plantas, conduzido pelo CGEE e SBMP.

1. Agência de Desenvolvimento Agrário de MS
2. Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Maranhão
3. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
4. ALFA Sementes e Nutrição Vegetal
5. Alliance One Exportadora de Tabacos Ltda.
6. Bayer CropScience
7. CANAVIALIS SA. Empresa do grupo MONSANTO
8. CELULOSE NIPO-BRASILEIRA S.A.
9. Centro de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
10. Centro de Energia Nuclear na Agricultura
11. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
12. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS
13. Centro Universitário Hermínio Ometto
14. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
15. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
16. Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola
17. Cooperativa dos cafeicultores e agropecuaristas de Franca
18. Cotton Consultoria
19. CVR Plant Breeding Ltda
20. Dow Agrosiences Ind Ltda
21. Du Pont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer Sementes
22. Embrapa / EMPARN
23. Embrapa / Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
24. Embrapa / INCAPER
25. Embrapa Acre
26. Embrapa Agrobiologia
27. Embrapa Agroenergia

28. Embrapa Agroindústria Tropical
29. Embrapa Agropecuária Oeste
30. Embrapa Algodão
31. Embrapa Amazônia Ocidental
32. Embrapa Amazônia Oriental
33. Embrapa Arroz e Feijão
34. Embrapa Café
35. Embrapa Café/ Incaper
36. Embrapa Cerrados
37. Embrapa Clima Temperado
38. Embrapa Florestas
39. Embrapa Gado de Leite
40. Embrapa Hortaliças
41. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical
42. Embrapa Meio-Norte
43. Embrapa Milho e Sorgo
44. Embrapa Pantanal
45. Embrapa Pecuária Sudeste
46. Embrapa Pecuária Sul
47. Embrapa Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas
48. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
49. Embrapa Rondônia
50. Embrapa Semiárido
51. Embrapa Soja
52. Embrapa Tabuleiros Costeiros
53. Embrapa Trigo
54. Embrapa Uva e Vinho
55. Embrapa Sede
56. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
57. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
58. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba
59. Escola Superior de Agricultura *Luiz de Queiroz* – USP -
60. Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira

61. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP -
62. Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu – UNESP -
63. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
64. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
65. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal
66. Faculdade de Tecnologia e Ciências
67. Faculdade do Noroeste de Minas
68. Faculdade Pitágoras de Linhares
69. Farmácia Santa Cruz
70. Fibria
71. Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária
72. Fundação Universitária de Desenvolvimento de Extensão e Pesquisa
73. Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa
74. Fundo de Defesa da Citricultura
75. Germinar
76. Instituto Agrônomo de Campinas
77. Instituto Agrônomo de Campinas- Centro de Citricultura Sylvio Moreira
78. Instituto Agrônomo de Pernambuco
79. Instituto Agrônomo do Paraná
80. Instituto Biológico
81. Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural
82. Instituto de Matemática e Estatística
83. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
84. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Barbacena
85. Instituto Federal Farroupilha
86. Instituto Federal Minas Gerais
87. Instituto Florestal de São Paulo
88. Instituto Matogrossense do Algodão.

89. Instituto Nacional de Ciências Agrícolas
90. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
91. Instituto Nacional do Semiárido
92. Instituto Rio Grandense do Arroz
93. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
94. Módulo Rural
95. Monsanto do Brasil Ltda.
96. Monsoy Ltda
97. Nascente Pesquisa e Sementes Ltda.
98. Naturalle Agro Mercantil Ltda.
99. Nidera Sementes Ltda.
100. Nunhems do Brasil
101. PHD Sementes Ltda.
102. PORTAL Faculdades
103. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor
Sucro-Alcooleiro
104. RiceTec Sementes Ltda.
105. Sakata Seed Sudamérica
106. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do
Estado de Goiás
107. SEMÍLIA Genética e Melhoramento
108. Souza Cruz S.A.
109. Suzano Papel e Celulose
110. Syngenta Seeds Ltda.
111. SYNGENTA / NUCOFFEE
112. UNICAMP Centro Pluridisciplinar de Pesquisas
Químicas Biológicas e Agrícolas
113. Unilever
114. Universal Leaf
115. Universidade Estadual Paulista - *Campus* de Ilha Solteira
116. Universidade de Brasília
117. Universidade de Passo Fundo
118. Universidade de Rio Verde
119. Universidade de São Paulo
120. Universidade do Estado da Bahia

121. Universidade do Estado de Mato Grosso
122. Universidade do Estado de Santa Catarina
123. Universidade do Grande ABC
124. Universidade do Oeste Paulista
125. Universidade do Vale do Itajaí
126. Universidade do Vale do Rio dos Sinos
127. Universidade Estadual de Campinas
128. Universidade Estadual de Feira de Santana
129. Universidade Estadual de Londrina
130. Universidade Estadual de Maringá
131. Universidade Estadual de Mato Grosso
132. Universidade Estadual de Montes Claros
133. Universidade Estadual de Ponta Grossa
134. Universidade Estadual de Santa Cruz
135. Universidade Estadual do Centro-Oeste
136. Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro
137. Universidade Federal da Bahia
138. Universidade Federal da Paraíba
139. Universidade Federal de Alagoas
140. Universidade Federal de Campina Grande
141. Universidade Federal de Goiás
142. Universidade Federal de Juiz de Fora
143. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
144. Universidade Federal de Minas Gerais
145. Universidade Federal de Pelotas
146. Universidade Federal de Pernambuco
147. Universidade Federal de Rondônia
148. Universidade Federal de Roraima
149. Universidade Federal de Santa Catarina
150. Universidade Federal de Santa Maria
151. Universidade Federal de São Carlos
152. Universidade Federal de Sergipe
153. Universidade Federal de Uberlândia
154. Universidade Federal de Viçosa

155. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
156. Universidade Federal do Acre
157. Universidade Federal do Amazonas
158. Universidade Federal do Espírito Santo
159. Universidade Federal do Pampa
160. Universidade Federal do Pará
161. Universidade Federal do Paraná
162. Universidade Federal do Piauí
163. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
164. Universidade Federal do Rio de Janeiro
165. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
166. Universidade Federal do Tocantins
167. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
168. Universidade Federal Rural da Amazônia
169. Universidade Federal Rural de Pernambuco
170. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
171. Universidade Federal Rural do Semi-Árido
172. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
173. Universidade Paranaense
174. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
175. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
176. Veracel Celulose AS
177. Wehrtec Tecnologia Agrícola Ltda.

3.1. Características das Instituições

As 178 instituições relacionadas foram classificadas pelos respondentes, conforme sua natureza como: Governo; Outra Instituição Governamental; Empresa ou Instituição Pública de Pesquisa; Instituição Pública de Ensino Superior; Instituição Privada de Ensino Superior; Associação; Cooperativa; Empresa Privada e Organização Não Governamental.

Registrou-se um total de 86,6% de técnicos, dedicando-se a programas de melhoramento genético de plantas em instituições públicas conforme pode ser observado na Tabela 1. A maior concentração verifica-se nas instituições públicas de Ensino Superior (44,6%) e de Pesquisa (39,4%).

Tabela 1. Distribuição dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil pela natureza da instituição

Natureza Instituição	Nº de Respondentes	Porcentagem
Instituição Pública de Ensino Superior	311	44,6%
Empresa ou Instituição Pública de Pesquisa	275	39,4%
Empresa Privada	59	8,5%
Governo	13	1,9%
Instituição Privada de Ensino Superior	12	1,7%
Organização Não Governamental*	6	0,9%
Cooperativa	5	0,7%
Outra Instituição Governamental	5	0,7%
Associação	0	0,0%
Outra	6	0,9%
Não respondeu	6	0,9%
Total	698	100%

* OSCIP, Fundação, Instituto, Organização social, dentre outras.

3.2. Características dos Respondentes

As características pessoais, faixa etária, gênero e formação acadêmica, as quais, com o nome do respondente, compõem o que foi denominado de dados de passaporte, foram quantificadas e analisadas.

3.2.1. Faixa Etária

No item **FAIXA ETÁRIA** (Tabela 2), observou-se que há um grande número de respondentes na faixa de 20 a 30 anos, normalmente, em sua maioria, ainda no processo de formação (pós-graduação) que responderam, positivamente, à consulta. A

segunda faixa, de 31 a 40 anos, composta já por profissionais em ascensão não difere muito, quantitativamente, da faixa anterior. O mesmo resultado foi observado na faixa etária seguinte (41 a 50 anos) que correspondeu a 24,5% dos respondentes. Houve uma diminuição significativa no número de melhoristas após os 51 anos, devido possivelmente, à mudança para outras atividades, como administração, ou mesmo por aposentadoria.

Tabela 2 – Distribuição dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil por faixas etárias

Faixas Etárias	Nº	Porcentagem
20 a 30	206	29,5%
31 a 40	193	27,7%
41 a 50	171	24,5%
51 a 60	91	13,0%
61 a 70	32	4,6%
> 71 anos	2	0,3%
Não responderam	3	0,4%
Total	698	100%

3.2.2. Gênero

No item **GÊNERO**, observou-se uma predominância do sexo masculino (63%), correspondendo a 440 respondentes. Duzentos e quarenta e dois respondentes eram do sexo feminino (35%). Dezesesseis respondentes (2%) não responderam.

3.2.3. Idiomas

No item **IDIOMAS** (Tabela 3), acima de 90% dos respondentes informaram dominar a língua inglesa, 50% dominam o espanhol e o francês também foi citado com 10%. Em ‘outros idiomas’, 26 respondentes informaram dominar italiano, além dos que declararam dominar alemão, japonês, holandês, chinês, ucraniano e até idiomas menos usuais como pomerano e galego. Há, ainda, dois casos pontuais que merecem ser citados: um que conhece lingua-

gem de sinais e uma pesquisadora doutora em melhoramento genético de plantas aposentada que domina o inglês, o espanhol e o francês e que se dedica à tradução simultânea e interpretação.

Tabela 3. Número de respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil que dominam os idiomas inglês, espanhol e francês

Idioma	Nº de respondentes
Inglês	652
Espanhol	359
Francês	71

3.2.4. Formação Acadêmica

No item **FORMAÇÃO ACADÊMICA** (Tabela 4), apenas 2,7% dos respondentes, não indicaram o curso de graduação. Praticamente todos os respondentes (97,4%) possuem graduação, e o mesmo foi observado para o Mestrado (93%). A maioria declarou, também, possuir o título de Doutor (78,5%).

Tabela 4. Nível de formação acadêmica superior dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Nível	Nº de Respondentes
Graduação	680
Mestrado	650
Doutorado	548

Considerando-se a formação acadêmica em termos de graduação, a maioria dos respondentes (74,1%) é egressa de cursos de Agronomia, seguidos por profissionais da área de Biologia (16,9%), Engenharia Florestal (2,4%) e Zootecnia (0,7%). Isso demonstra a necessidade de incremento e incentivo na formação de melhoristas ligados às áreas florestais e de forrageiras desde sua graduação.

Tabela 5. Formação Acadêmica – Graduação dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Cursos de Graduação	Nº de Respondentes	Porcentagem
Engenharia Agrônômica	517	74,1%
Biologia	118	16,9%
Engenharia Florestal	17	2,4%
Zootecnia	05	0,7%
Outros	22	3,2%
Não responderam	19	2,7%
Total	698	100%

Em termos de formação em nível de Mestrado, aproximadamente 50% dos respondentes são egressos de cursos relacionados ao Melhoramento de Plantas. Os demais 50% são egressos de áreas correlatas, principalmente Fitotecnia, Genética, Biologia Molecular, Fitopatologia e Fisiologia Vegetal.

Tabela 6. Formação Acadêmica – Mestrado dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Cursos de Mestrado	Nº de Respondentes	Porcentagem
Melhoramento de Plantas	344	49,3%
Fitotecnia	106	15,2%
Genética	60	8,6%
Biologia Molecular	26	3,7%
Fitopatologia	21	3,0%
Fisiologia Vegetal	18	2,6%
Nutrição de Plantas	12	1,7%
Entomologia	05	0,7%
Agrostologia	01	0,1%
Outros	57	8,2%
Nenhum	11	1,6%
Não responderam	37	5,3%
Total	698	100%

A mesma tendência foi observada para o Doutorado, no qual 44,3% dos respondentes declararam sua formação em Melhoramento de Plantas. Os egressos das demais áreas correlatas

(similares às declaradas no Mestrado) corresponderam a 34,3% do total de respondentes.

Tabela 7. Formação Acadêmica – Doutorado dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Cursos de Doutorado	Nº de Respondentes	Porcentagem
Melhoramento de Plantas	309	44,3%
Genética	56	8,0%
Fitotecnia	56	8,0%
Biologia Molecular	55	7,9%
Fitopatologia	13	1,9%
Fisiologia Vegetal	11	1,6%
Entomologia	02	0,3%
Nutrição de Plantas	02	0,3%
Agrostologia	01	0,1%
Outros	43	6,2%
Nenhum	18	2,6%
Não responderam	132	18,9%
Total	698	100%

3.2.5. Características das Atividades

Nas quatro opções relativas à **NATUREZA DA ATIVIDADE** (Pesquisa, Ensino, Extensão rural e Consultoria), observa-se, na Tabela 8, que a maior produção em Melhoramento Genético de Plantas se concentra nos respondentes que atuam em pesquisa e ensino. Nas respostas às consultas, 214 respondentes declararam se dedicar, exclusivamente, à pesquisa, o que corresponde a 31% total.

Tabela 8. Tempo de dedicação dos respondentes às diferentes atividades relacionadas com Melhoramento Genético de Plantas conforme consulta WEB CGEE/SBMP 2010

Natureza da Atividade	Porcentagem de Tempo de dedicação (%)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Pesquisa	08	18	41	66	65	38	58	73	69	214
Ensino	94	48	53	46	58	26	11	06	02	04
Extensão rural	84	27	11	05	05	01	01	00	00	02
Consultoria	59	16	03	02	04	01	00	01	00	01

Doze opções de práticas que caracterizam as atividades de melhoristas foram listadas para que os respondentes pudessem escolher quais as que melhor se adequassem à sua linha de trabalho. Considerando o nível de 30%, as linhas de trabalho onde há maior número de respondentes atuando são: condução de programa de melhoramento genético vegetal; seleção de genitores para cruzamento; triagem de germoplasma; ensino de genética e/ou melhoramento genético vegetal, e realização de ensaios para determinação do valor de cultivo e uso (VCU). Citogenética é a prática onde há menos atuação, pois somente 0,6% dos respondentes informaram utilizar essa linha em suas atividades de melhoramento genético de plantas (Tabela 9).

Tabela 9. Linhas de trabalho que caracterizam as atividades de melhoristas dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Linhas de trabalho	Nº
Condução de programa de melhoramento genético vegetal	394
Seleção de genitores para cruzamento	370
Triagem de germoplasma	270
Ensino de genética e/ou melhoramento genético vegetal	264
Realização de ensaios para determinação do valor de cultivo e uso (VCU)	232
Seleção assistida por marcadores moleculares na obtenção de cultivares	221
Produção de linhagens ou híbridos para utilização em outros programas	207
Pesquisa em genética biométrica na obtenção de cultivares	201
Realização de ensaios de Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE)	171
Uso da genômica aplicada à obtenção de cultivares	119
Citogenética de plantas cultivadas	41
Outras: Genética Estatística (Quantitativa e de populações); Prospecção, conservação e caracterização de recursos genéticos; Prospecção de genes e transformação genética; Biotecnologia e engenharia genética; Marcador Molecular no estudo da variabilidade genética; resistência a pragas e doenças; seleção para resistência a herbicidas; seleção de genótipos tolerantes ao alumínio e ambientes salinos; indução de mutação genética e nível de ploídia, etc.	141

Para que os respondentes pudessem indicar com que grupo(s) de espécie(s) trabalham, oito grupos principais (Tabela 10) foram sugeridos para que o respondente fizesse sua indicação. Dos 698 respondentes, alguns declararam trabalhar com mais de

um grupo de espécies e, por isso, o valor total para a Tabela 10 corresponde a 829 especialistas.

Tabela 10. Atuação dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil por grupos de espécies

Grupos de Espécies	Nº e % de respondentes
Grandes culturas	362
Fruteiras	128
Olerícolas	102
Oleaginosas	71
Florestais	51
Pastagens	49
Medicinais	26
Ornamentais	25
Outros	15
Total	829

A Tabela 11 mostra a relação das espécies citadas no levantamento organizadas por grupos. Em alguns casos, foi necessário mudar a classificação indicada originalmente pelo respondente para melhor organização das listas de espécies e eliminação de duplicidades. Mesmo assim, dependendo do objetivo do melhoramento, a mesma espécie ou gênero pode aparecer em mais de um grupo como, por exemplo, maracujá (FRUTEIRA) e *Passiflora* (ORNAMENTAL). Quando não foi possível uma distinção de objetivos do melhoramento dentro de uma mesma espécie citada, esta foi classificada em um mesmo grupo, de preferência onde a sua ocorrência foi mais frequente, como, por exemplo, a soja que pode ser melhorada para produção de grãos (GRANDE CULTURA), teor de óleo (OLEAGINOSA) ou mesmo ração animal, todas as suas citações foram agrupadas em GRANDES CULTURAS. Outras espécies, pela impossibilidade de classificá-las em um grupo específico, foram incluídas em grupos que tenham algum ponto em comum, como, por exemplo, aromáticas e condimentares em MEDICINAIS.

Tabela 11. Relação de espécies por grupo, citadas na consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Grupos	Espécies
Grandes culturas	Algodão, arroz, aveia, cacau, café, cana-de-açúcar, caupi, centeio, feijão, mandioca, milho, milho, pimenta-do-reino, sisal, soja, sorgo, tabaco, trigo, triticale.
Fruteiras A este grupo foram agregadas as palmeiras não oleaginosas ou de múltiplos usos.	Abacaxi, açaí, acerola, ameixa-do-mato, amora-preta, araticum, bacuri, banana, baru, cajá, caju, camu-camu, citros, coco, cupuaçu, goiaba, goiaba-serrana, guabiroba, guaraná, jenipapo, juçara, maçã, macadâmia, macaúba, mamão, manga, mangaba, maracujá, muruci, palmeira-real, pequi, pera, pêssego, pinha, pitanga, pupunha, rambutã, trifoliata, umbu, uva, outras.
Olerícolas	Abóbora, alface, alho, batata, batata-baroa, batata-doce, brócolis, bucha-vegetal, cará, cebola, cenoura, coentro, couve, feijão-fava, feijão-vagem, inhame, jiló, melancia, melão, milho-doce, mirtilo, moranga, morango, pepino, pimenta, pimentão, tomate.
Oleaginosas	Amendoim, babaçu, canola, cártamo, dendê, gergelim, girassol, linhaça, mamona, moringa, oliva, pimenta-longa, pinhão-manso, tremoço, tucumã, tungue, outras.
Florestais	Acácia-australiana, acácia-negra, açoita-cavalo, álamo, candeia, cedro-australiano, cedro-rosado, cereja-do-rio-grande, cipreste-português, erva-mate, eucaliptos, grevílea-robusta, guanandi, liquidambar, louro-pardo, pinus, seringueira, taxi-branco, outras.
Pastagens A este grupo foram agregadas espécies usadas para a adubação verde.	Aveia, azevém, bermuda, braquiárias, capim lanudo, capim-elefante, centrosema, desmanthus, estilosantes, guandu, leucenas, lupino, milho, nabo-forrageiro, palmas-forrageiras, panicum, paspalum, trevos, outras.
Medicinais A este grupo foi agregada a maioria das aromáticas e condimentares.	Aduncum, agrião-do-pará, alecrim, alecrim-pimenta, alfavacão, angico-do-cerrado, arnica, babosa, barbatimão, boldo, cagaita, camapu, capuchinha, carqueja, catuaba, cidró, citronela, cróton, cúrcuma, erva-cidreira, espinheira-santa, faveira, gengibre, manjeriço, maracujá, marcela, maria-preta, melão-de-são-caetano, mentrasto, ora-pro-nobis, orégano, picão, stevia, tansagem, turco, unha-de-gato, outras.
Ornamentais	Abóboras-ornamentais, altroemeria, arecaceas, bromélias, heliconias, musas, orquídeas, passifloras, pimentas-ornamentais, xiquexique, zingiberáceas, outras.

3.2.6. Experiência no Exterior

A demanda, cada vez maior, de técnicos brasileiros que tenham disponibilidade e interesse em trabalharem em outros países como consultores, implantação de programas de pesquisa e transferência de tecnologias induziu à necessidade de conhecer melhoristas de plantas que já tenham experiência no exterior. A consulta mostrou (Tabela 12) que 329 respondentes, o que corresponde a 47% de todos os profissionais, já trabalharam no exterior, principalmente, na área de pesquisa.

Tabela 12. Experiência no exterior dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Atividade	Nº de respondentes	Porcentagem
Pesquisa	264	80,2%
Consultoria	30	9,1%
Ensino	24	7,3%
Extensão	11	3,3%
Total	329	100%

As principais especialidades em que atuaram os respondentes com experiência no exterior foram: genética e melhoramento genético de plantas; técnicas moleculares; conservação e uso de recursos genéticos; genética quantitativa e citogenética (Tabela 13).

Tabela 13. Experiência no exterior dos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Área	Nº de respondentes	Porcentagem
Genética e Melhoramento de Plantas	152	37%
Técnicas Moleculares	79	19%
Conservação e Uso de Recurso Genético	64	15%
Genética Quantitativa	30	7%
Citogenética	12	3%
Outras	78	19%
Total	329	100%

3.2.7. Produção Tecnológica

A grande meta dos melhoristas é o desenvolvimento e lançamento de uma nova cultivar mais promissora que as existentes. Cerca de 26% dos melhoristas trabalham no desenvolvimento e uso de métodos e ferramentas (Tabela 14). Aproximadamente 1/4 dos melhoristas declararam seu envolvimento com o desenvolvimento de cultivares. Proporção um pouco menor (21%) declarou o registro de cultivares. Aproximadamente 14% dos melhoristas estão envolvidos com a proteção de cultivares. As cultivares criadas podem ser lançadas, imediatamente, ao público, sem necessidade de serem protegidas. Porém, para que sejam produzidas e comercializadas sob a forma de sementes ou mudas é necessário que sejam inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Mapa. Caso o obtentor tenha interesse na proteção intelectual da cultivar, ele deverá requerê-la junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, também do Mapa. A cultivar submetida à proteção deverá atender a certos requisitos legais e técnicos, dentre eles a comprovação de sua distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE) através de testes oficiais específicos. Para explorar, comercialmente, uma cultivar protegida, os usuários necessitam de autorização do titular da proteção, que poderá exigir, para tanto, o pagamento de royalties.

Tabela 14. Tipos de produção tecnológica desenvolvidas ou obtidas pelos respondentes da consulta WEB CGEE/SBMP 2010 sobre competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil

Tipo	Nº de respondentes	Porcentagem
Métodos e ferramentas	170	25,9%
Cultivar(es)	158	24,1%
Cultivar(es) registrada(s)	137	20,9%
Cultivar(es) protegida(s)	91	13,9%
Consultoria técnica	86	13,1%
Propriedade Industrial	14	2,1%
Total	656	100%

3.3. Disciplinas Indispensáveis para a Formação de Melhoristas de Plantas

Os respondentes indicaram, a partir de uma lista proposta, disciplinas indispensáveis para formação dos melhoristas no futuro (Tabela 15). Disciplinas tradicionalmente oferecidas em programas de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas foram, coerentemente, as mais citadas, como, por exemplo, genética, estatística experimental e genética quantitativa, com mais de 300 indicações. Disciplinas com enfoque de temas mais recentes como a legislação e a bioinformática, também, foram bastante citadas. Percebe-se que, mesmo com a forte tendência de valorização das técnicas biotecnológicas, ainda há uma valorização muito grande das disciplinas de formação básica do futuro melhorista. Obviamente, as disciplinas de cunho biotecnológico são, também, importantes na formação dos novos profissionais da área de melhoramento e, por isso, também aparecem relacionadas na lista e foram citadas de modo expressivo.

Tabela 15. Disciplinas indispensáveis para a formação de melhoristas de planta no futuro

Disciplina	Nº de respondentes
Genética	389
Estatística Experimental	344
Genética Quantitativa	338
Biologia Molecular	297
Método de Melhoramento	292
Conservação e uso de Recursos Genéticos	282
Fisiologia vegetal	268
Genética para resistências a pragas e doenças	253
Legislação associada à atividade de Melhoramento (biossegurança, acesso ao patrimônio genético, propriedade intelectual, etc.)	186
Genética de populações	170
Genômica e Proteômica	159
Bioinformática	133
Bioquímica	116
Domesticação de espécies vegetais	76
Citogenética	48
Evolução	45
Biologia evolutiva	21
Outra	30

3.4. Considerações Finais

A Associação Brasileira de Melhoramento de Plantas – SBMP –, apoiada pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE – e pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – Mapa – propôs um levantamento com intuito de mapear as Competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil. O trabalho coordenado pelo CGEE identificou 3681 e consultou 3299 técnicos, que, de alguma forma, informavam as bases de dados e teriam atividades na área de melhoramento genético de plantas. Seiscentos e noventa e oito profissionais (21% do total) atenderam à consulta, número que se aproxima muito do universo levantado pelos autores do Capítulo 1 deste livro, utilizando outra metodologia. Conseguiu-se reunir uma grande quantidade de informações, ricas em detalhes, que poderão ser usadas para ampliar os objetivos da SBMP, como também apoiar programas regionais, nacionais e internacionais de desenvolvimento, com indicação de melhoristas com diversificadas experiências profissionais. Bancos de dados dessa natureza são indispensáveis para o desenvolvimento científico, mas também são ferramentas vivas e que, se não sofrerem uma atualização permanente, perdem sua validade em curto prazo. A exploração de novas fontes de dados, conscientização dos membros da comunidade de melhoristas da importância dessas informações e retorno às consultas periódicas com intuito de melhorar e ampliar o Banco devem ser ações periódicas para o *Mapeamento permanente de competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil*.

CONCLUSÕES

Considerando a importância do tema tratado neste livro, o mapeamento de competências em melhoramento de plantas, a SBMP, com o apoio do Mapa, realizou um *Workshop* dedicado à apresentação de dados relativos à pesquisa e levantamento de informações sobre o assunto e a discussão com membros da co-

munidade científica. O referido evento foi realizado em Campos dos Goytacazes RJ, no *campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no dia 06 de abril de 2010. Foram convidados, para o *Workshop*, os presidentes das Regionais da SBMP, os Coordenadores dos Programas de Pós-graduação em Melhoramento Genético de Plantas do Brasil, além de representantes da Embrapa, do Mapa e do CGEE. Os dados que constituem os capítulos aqui publicados foram apresentados por Magno Antonio Patto Ramalho – Capítulo 1; Rodrigo de Araújo Teixeira – Capítulo 2; Antônio Carlos Guedes e Igor André Carneiro – Capítulo 3.

Após a apresentação de todos os palestrantes e amplo debate com a platéia de convidados sobre os dados referentes à situação dos recursos humanos em melhoramento genético de plantas no Brasil, foram acordadas algumas conclusões colocadas a seguir.

Ficou caracterizada a importância de se tomar medidas que visem a um fortalecimento na formação de recursos humanos na área de melhoramento de plantas. A conclusão é de que estão se formando menos profissionais do que o mercado demanda. Outro ponto importante é quanto ao perfil dos melhoristas que estão sendo formados. Está havendo uma tendência de formação de melhoristas com maiores aptidões para áreas de pesquisa em laboratório, gerando um déficit acentuado de recursos humanos com experiência de campo.

Foi exposta a necessidade de se elaborar um documento com o objetivo de sensibilizar os órgãos de fomento, da necessidade e da importância de dar maior apoio à área de Melhoramento de Plantas. Deve-se enfatizar, neste documento, a importância de se fomentar, especificamente, a criação e o fortalecimento de empresas nacionais de produção de sementes.

Sugeriu-se, também, a necessidade de dar sequência aos levantamentos sobre a capacitação e competências em melhoramento de plantas, bem como da proporção relativa dos melhoristas em relação às áreas correlatas.

Evidenciou-se a necessidade dos programas de pós-graduação informar o Ministério da Agricultura sobre potencialidades de lançamento de cultivares, sobretudo relativas a espécies relevantes para a Amazônia. Inclusive, nesse sentido, foi registrada a necessidade de maior apoio financeiro e maior reconhecimento para esta importante ação.

Conclui-se, finalmente que, dada a diversidade de clima e solo, bem como do quantitativo de culturas (grandes culturas, frutíferas, olerícolas, florestais, forrageiras, oleaginosas, medicinais, ornamentais, dentre outras), o número de profissionais identificados nos diferentes capítulos, relacionados ao melhoramento, é muito baixo. Entretanto, o número levantado, ou seja, menos de 1000 profissionais, representa uma boa amostragem do perfil em termos de formação e da atuação dos melhoristas de plantas do Brasil. Embora seja difícil um levantamento que atinja 100% do contingente de melhoristas, essa amostragem tem validade para caracterizar a necessidade de maior investimento na formação desses futuros profissionais.

AGRADECIMENTOS

A SBMP agradece aos autores dos capítulos que compõem este livro e a todos os profissionais que se dispuseram a dar sua contribuição ao mesmo, seja respondendo aos questionários ou consultas enviadas pelos autores ou participando das reuniões para planejamento e validação dos resultados dessas consultas. Agradecimento especial ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE –, que disponibilizou uma equipe supervisionada pelo seu Diretor Executivo Dr. Marcio de Miranda Santos e liderada pelo Dr. Antônio Carlos Guedes para o levantamento de competências em melhoramento genético de plantas que veio atualizar e completar as informações obtidas em levantamentos anteriores, inclusive em capítulos deste livro. Ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa – cabe um agradecimento especial pelos técnicos e recursos disponibilizados para

a realização de duas reuniões de melhoristas onde esse tema foi discutido e, também, pelo patrocínio da impressão gráfica deste livro.

ANEXO I

MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS EM MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS (Consulta WEB CGEE/SBMP 2010)



Mapeamento de Competências

A capacitação em **melhoramento genético vegetal** das instituições de pesquisa, públicas e privadas, do Brasil, é referência mundial particularmente no que se refere a variedades de plantas adaptadas às condições tropicais e subtropicais de cultivo. Várias regiões do planeta e, em especial países carentes de especialistas nesta área, como aqueles situados na América tropical e na África, podem ser beneficiados por essa capacitação.

Esta consulta, coordenada pelo CGEE www.cgee.org.br, no âmbito do seu Contrato de Gestão com o Ministério de Ciência e Tecnologia, visa aprofundar o conhecimento existente sobre a capacitação nacional na área de **melhoramento genético vegetal**, com dois grandes objetivos: a) apoiar a Associação Brasileira de Melhoramento Genético Vegetal – SBMP, no que se refere ao seu papel de contribuir para o aprimoramento dos cursos de pós-graduação no País e; b) facilitar a interação de instituições nacionais com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, com vistas a elaboração de programas de capacitação em países selecionados da América Latina e África. Ambas as instituições são parceiras do CGEE neste levantamento.

O seu nome foi selecionado para responder esta consulta na qualidade de especialista em **melhoramento genético vegetal**, caso este não for o caso, por favor, informe esta condição aos organizadores da consulta no endereço consultacgee@cgee.org.br

Para fins de estatística, por favor informe:

Faixa Etária:

20 a 30 31 a 40 41 a 50 51 a 60 61 a 70 > 71 anos

Genero:

Feminino Masculino

Instituição

Nome:

CGEE

Sigla:

Das descrições abaixo, selecione aquela que melhor caracteriza sua instituição:

- Associação
- Cooperativa
- Empresa Privada
- Empresa ou Instituição Pública de Pesquisa
- Governo
- Instituição pública de ensino superior
- Instituição privada de ensino superior
- Outra Instituição Governamental
- Organização não Governamental (OSCIP, Fundação, Instituto, Organização Social etc.)
- Outra

Formação Acadêmica:

. Graduação: Seleccione

Ano de conclusão



. Mestrado: Área Selecione Ano de conclusão
. Doutorado: Área Selecione Ano de conclusão

Idioma: (Indique quais idiomas tem conhecimento)

Inglês Francês Espanhol

Outros, informe: teste

[Continuar >>](#)

Instruções de uso
Passe o mouse aqui para ler a instrução



Mapeamento de Competências

1. Indique a natureza de suas principais atividades, informando o percentual de tempo dedicado a cada uma.

Natureza da atividade	% Tempo
<input type="checkbox"/> Pesquisa	
<input type="checkbox"/> Ensino	
<input type="checkbox"/> Extensão rural	
<input type="checkbox"/> Consultoria	
<input type="checkbox"/> Outra, especifique: <input style="width: 150px;" type="text"/>	

2. Indique as práticas que caracterizam sua atividade de melhorista:

- Ensino de genética e/ou de melhoramento de plantas
- Condução de programa de melhoramento
- Triagem de germoplasma para *stress* biótico e/ou abiótico
- Seleção de genitores para cruzamento
- Realização de ensaios para determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU)
- Realização de ensaios de Distinguíbilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE)
- Produção de linhagens ou híbridos para utilização em outros programas
- Citogenética de plantas cultivadas
- Seleção assistida por marcadores moleculares na obtenção de cultivares
- Uso da genômica aplicada à obtenção de cultivares
- Pesquisa em genética biométrica na obtenção de cultivares
- Outras, informe:

3. Indique o(s) principal(ais) grupo(s) de espécies com as quais trabalha. Marque até 2 opções e cite até 3 espécies por grupo separando-as com ponto-e-virgula.

- Grandes culturas
- Ornamentais
- Pastagens
- Olerícolas
- Frutíferas
- Florestais
- Oleaginosas



Medicinais

Espécies de outros grupos:

<< Voltar

<< Fechar >>

Continuar >>

Instruções de uso
Passe o mouse aqui para ler a instrução



Mapeamento de Competências

4. Com relação à sua experiência profissional no exterior, informe, quando couber, a principal área e atividade(s) respectiva(s) em que atuou:

Área:

- Ensino
 Pesquisa
 Extensão
 Consultoria

Em:

- Genética e Melhoramento de Plantas
 Genética Quantitativa
 Técnicas moleculares aplicadas ao melhoramento
 Citogenética
 Conservação e uso de recursos genéticos
 Outro

País (mencione até três)

1.
2.
3.

Instituição/Empresa: nome e sigla (mencione até três)

1.
2.
3.

Contatos no exterior (mencione até três)

1.
2.
3.

<< Voltar

<< Fechar >>

Continuar >>

Instruções de uso
 Passe o mouse aqui para ler a instrução



Cultivares protegidas	Ano
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Cite as propriedade(s) industrial(ais) concedida(s) (marca, patente etc.), indicando o ano de concessão do direito

Marca, patente etc	Ano de concessão
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Descreva a(s) consultoria(s) técnica(s) realizada(s), indicando o ano de realização

Consultorias técnicas	Ano de realização
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Instruções de uso
Passe o mouse aqui para ler a instrução



Cultivares protegidas	Ano
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Cite as propriedade(s) industrial(ais) concedida(s) (marca, patente etc.), indicando o ano de concessão do direito

Marca, patente etc	Ano de concessão
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Descreva a(s) consultoria(s) técnica(s) realizada(s), indicando o ano de realização

Consultorias técnicas	Ano de realização
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

<< Voltar

<< Fechar >>

Continuar >>

Instruções de uso
 Passe o mouse aqui para ler a instrução



Mapeamento de Competências

5. Indique, a seguir, quais tipos de Produção Tecnológica foram obtidas no seu histórico profissional, mencionando as mais importantes(até três itens por tipo) e respectivo ano de obtenção:

Tipo:

- Métodos e ferramentas
- Cultivar(es)
- Cultivar(es) registrada(s)
- Cultivar(es) protegida(s)
- Propriedade Industrial (marca, patente etc.)
- Consultoria técnica

Cite, resumidamente, os métodos e ferramentas desenvolvidos, indicando o ano de conclusão

Métodos e ferramentas	Ano
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Cite a(s) cultivar(es) obtida(s), indicando o ano de obtenção

Cultivares	Ano
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Cite a(s) cultivar(es) registrada(s), indicando o ano de registro

Cultivares registradas	Ano
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Cite a(s) cultivar(es) protegida(s), indicando o ano de proteção



Cultivares protegidas	Ano
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Cite as **propriedade(s) industrial(ais) concedida(s) (marca, patente etc.)**, indicando concessão do direito

Marca, patente etc	Ano de concessão
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

Descreva a(s) **consultoria(s) técnica(s) realizada(s)**, indicando o ano de realização

Consultorias técnicas	Ano de realização
1. <input type="text"/>	<input type="text"/>
2. <input type="text"/>	<input type="text"/>
3. <input type="text"/>	<input type="text"/>

<< Voltar

<< Fechar >>

Continuar >>

Instruções de uso
 Passe o mouse aqui para ler a instrução



Mapeamento de Competências

6. Na sua opinião, quais são os principais desafios que irão impactar a atividade do melhorista, no que se refere a produção futura de alimentos e matérias primas?

7. Ao considerar os desafios futuros para a produção de alimentos e matérias primas, indique até seis disciplinas que considera indispensáveis, além das disciplinas básicas, para a formação do profissional em melhoramento:

- Genética
- Bioquímica
- Citogenética
- Genética quantitativa
- Estatística experimental
- Genética de populações
- Biologia molecular
- Bioinformática
- Genômica e Proteômica
- Evolução
- Biologia evolutiva
- Fisiologia vegetal
- Genética visando resistência à pragas e doenças
- Domesticação de espécies vegetais
- Métodos de melhoramento
- Conservação e uso de recursos genéticos
- Legislação associada à atividade de melhoramento (biossegurança, acesso ao patrimônio genético, propriedade intelectual etc.)
- Outra:

8. Favor informar o nome, instituição e, se possível, o e-mail de até três melhoristas brasileiros que atuam em instituições públicas e privadas, no Brasil ou no exterior, para possibilitar a ampliação desta consulta.

1.

2.

editora
ARKA

Rua Arthur Bernardes, 43 centro

CEP: 36570.000 Viçosa / MG

Tel: (31) 3891-6527

E-mail: arkaeditora@gmail.com



Organização das
Nações Unidas para
Agricultura e Alimentação



Universidade Estadual do
Norte Fluminense Darcy Ribeiro



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

Ministério da
Ciência e Tecnologia

ISBN: 9788560755332

