

**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**

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 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 predizer 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
Forrageiras	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.

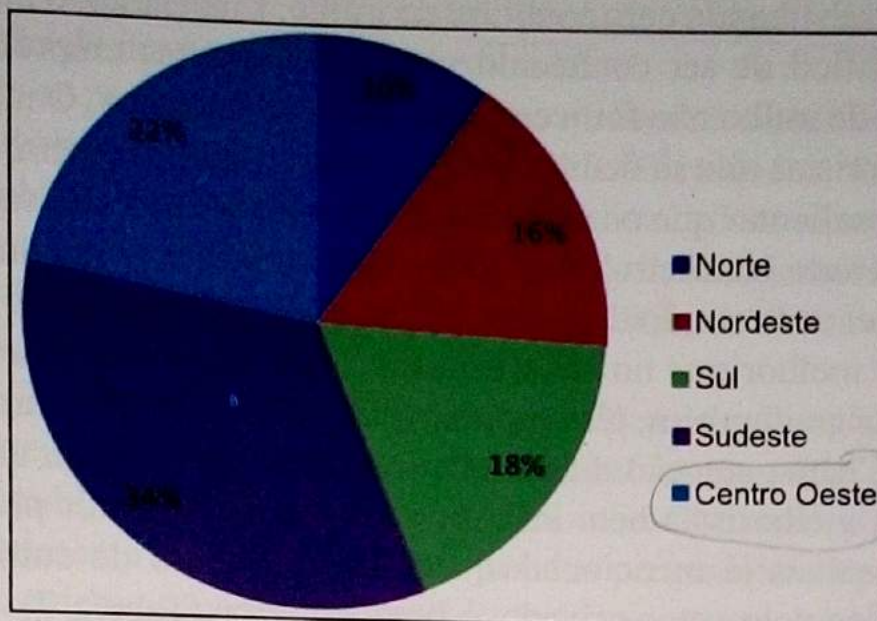
A maioria dos profissionais que atua no melhoramento está nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (Figura 1). A distribuição não é tão desuniforme como ocorre em outras áreas, como, por exemplo, dos programas de pós-graduação em Genética e melhoramento de plantas (CAPES). Por outro lado, se forem consideradas 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.



*Brasil
Empresa*

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

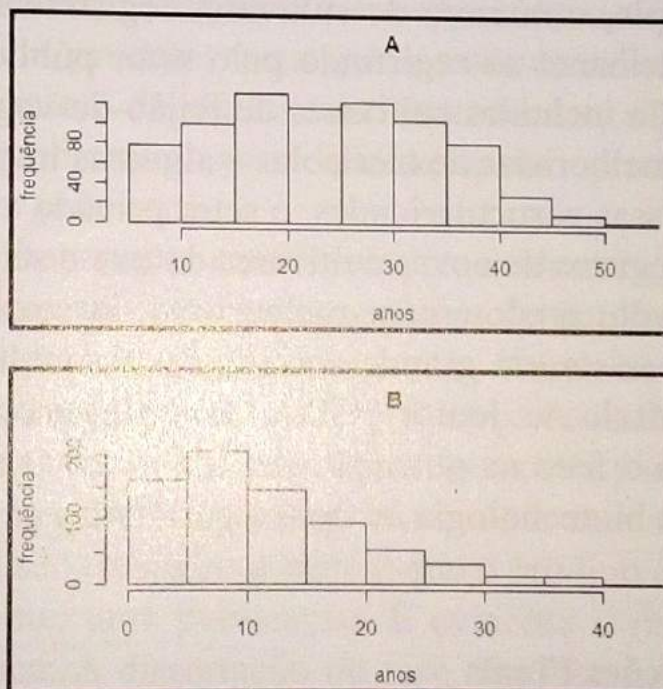


Figura 2. Distribuição de frequências do número de melhoristas no Setor Público brasileiro. (A) em função do tempo de obtenção do curso de graduação. (B) tempo de obtenção do título de doutor.

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. Horticulture*, 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.

HANCOCK, 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.