

Ciência, agricultura e sociedade

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luís Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Cláudia Assunção dos Santos Viegas
Ernesto Paterniani
Hélio Tollini
Membros

Diretoria-Executiva

Silvio Crestana
Diretor-Presidente

José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Tatiana Deane de Abreu Sá
Diretores-Executivos

Embrapa Informação Tecnológica

Fernando do Amaral Pereira
Gerente-Geral

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Ciência, agricultura e sociedade

Ernesto Paterniani
Editor Técnico

Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica, PqEB
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3340-9999
Fax: (61) 3440-2753
vendas@sct.embrapa.br
www.sct.embrapa.br

Coordenação Editorial

Lillian Alvares e Lucilene Maria de Andrade

Revisão de texto e tratamento editorial

Francimary de Miranda e Silva

Normalização bibliográfica

Celina Tomaz de Carvalho

Projeto gráfico, editoração eletrônica e capa

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Fotos da capa

Arnaldo de Carvalho Júnior

1ª edição

1ª impressão (2006): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Embrapa Informação Tecnológica

Ciência, agricultura e sociedade / editor técnico, Ernesto Paterniani.
- Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006.
503 p.

ISBN 85-7383-335-1

1. Agricultura Familiar. 2. Agricultura sustentável. 3. Agricultura-História. 4. Agronegócios. 5. Agrossilvicultura. 6. Controle integrado. 7. Ecossistema. 8. Engenharia genética. 9. Pecuária. 10. Pesquisa. 11. Sistema de cultivo. 13. Solo. I. Paterniani, Ernesto.

CDD 577.55

© Embrapa 2006

Autores

Adalecio Kovaleski

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Biológicas (Entomologia), pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS.
adalecio@cnpuv.embrapa.br

Ady Raul da Silva

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Genética Vegetal e Fitopatologia (aposentado), Brasília, DF.
adyr@solar.com.br

Carlos Agustin Rava

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.
rava@cnpaf.embrapa.br

Carlos Roberto Spehar

Engenheiro Agrônomo, doutor em Genética, Melhoramento e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF.
spehar@cpac.embrapa.br

Corival Cândido da Silva

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
cobucci@cnpaf.embrapa.br

Dino Magalhães Soares

Geógrafo, Teólogo, mestre em Extensão Rural, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
dino@cnpaf.embrapa.br

Dirceu N. Gassen

Cooperativa dos Agricultores de Plantio Direto (Cooplantio), Passo Fundo, RS.
dirceu@agri.com.br

Ernesto Paterniani

Engenheiro agrônomo, professor titular de Genética, Esalq/USP.
epater@merconet.com.br

Eurípedes Malavolta

Engenheiro agrônomo, professor catedrático, Esalq/USP e pesquisador permissionário no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena).
mala@cena.usp.br

Fernanda Ribeiro de Oliveira

Engenheira agrônoma, estagiária na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

Fernando Curi Peres

Engenheiro agrônomo, doutor em Economia Rural, professor da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
fcperes@esalq.usp.br

Francisco José Lima Aragão

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Biológicas (Biologia Molecular), pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
aragao@cenargen.embrapa.br

Homero Aidar

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
aidar@cnpaf.embrapa.br

João Kluthcouski

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão.
joaok@cnpaf.embrapa.br

Joaquim Geraldo Cáprio da Costa

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
caprio@cnpaf.embrapa.br

José Amauri Dimarzio

Engenheiro agrônomo, pós-graduado em Administração de Negócios, especialista em Fitotecnia, diretor-presidente do Grupo Dimárzio, Campinas, SP.
jad@grupodimarzio.com.br

José Lavres Júnior

Engenheiro agrônomo, doutorando em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente, Cena/USP, Piracicaba, SP.
jlavres@cena.usp.br

José Roberto Postali Parra

Engenheiro agrônomo, doutor em Entomologia, membro da Academia Brasileira de Ciências, diretor da Escola de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq).
diretor@esalq.usp.br

Juliane Borges

Publicitária, Revista Plantio Direto, Passo Fundo, RS.
juliane@plantiodireto.com.br

Luís Carlos Balbino

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia,
Embrapa Transferência de Tecnologia, Brasília, DF.
balbino@embrapa.br

Luiz Ernesto George Barrichelo

Engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, diretor executivo do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Ipef), Piracicaba, SP.
diretoria@ipef.br ou legbarri@esalq.usp.br

Luís Fernando Stone

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO.
stone@cnpaf.embrapa.br

Magno Antonio Patto Ramalho

Engenheiro agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, professor titular da Universidade Federal de Lavras (Ufla/DBI).
magnoapr@ufla.br

Marcelo Malavolta

Engenheiro agrônomo, Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Piracicaba, SP.
mmalavolta@hotmail.com

Maria Lidia Stipp Parterniani

Engenheira agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, professora assistente, Universidade Estadual Paulista.
lidia@fcav.unesp.br

Michael Djie Tjiang Thung

Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia Tropical, consultor, sediado na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
thung@cnpaf.embrapa.br

Milton Ferreira de Moraes

Engenheiro agrônomo, doutorando em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena/USP), bolsista da Fapesp.
moraesmf@yahoo.com.br ou moraesmf@cena.usp.br

Paulo Henrique Muller da Silva

Engenheiro Florestal, mestrando em Recursos Florestais, assistente técnico-científico do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Ipef), Piracicaba, SP.
paulohenrique@ipef.br

Paulo de Tarso Alvim

Engenheiro agrônomo, Ph.D em Fisiologia Vegetal.
alvim@bitsnet.com.br

Tarcísio Cobucci

Engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
cobucci@cnpaf.embrapa.br

Roland Vencovsky

Engenheiro agrônomo, pós-doutor em Genética Quantitativa, professor da Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP.
rvencovs@esalq.usp

Silvando Carlos da Silva

Engenheiro Agrícola, mestre em Agronomia (Meteorologia Agrícola), pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goias, GO.
silvando@cnpaf.embrapa.br

Agradecimentos

O autor do Capítulo 6, Carlos Roberto Spehar, agradece, com respeito e admiração, ao Dr. Ady Raul da Silva, incansável batalhador pelo desenvolvimento rural brasileiro. O texto desse capítulo incorpora trabalhos que ele produziu durante sua longa e profícua vida profissional.

J. R. P. Parra agradece ao Prof. Dr. Ernesto Paterniani, da Esalq/USP, editor da obra, pelo convite; e pelas preciosas informações e sugestões apresentadas pelos professores doutores Paulo Sérgio Machado Botelho (da UFSCar, Araras), Sérgio Batista Alves (da Esalq/USP) e José Maurício Simões Bento (da Esalqu/USP), e pelo engenheiro agrônomo M. Sc. Paulo E. B. Paiva.

Apresentação

Num mundo cada vez mais globalizado, as interações entre países são marcadas pela contínua competição por níveis crescentes de eficiência. Nesse particular, a agricultura não é exceção. É fato que o conhecimento e a tecnologia são instrumentos imprescindíveis ao crescimento sustentável do agronegócio do Brasil, que movimenta cerca de US\$ 200 bilhões por ano e contribui com 37% para as exportações nacionais e para os empregos gerados no País.

Seus efeitos positivos refletem na indústria e no comércio, com o aumento da oferta de produtos e empregos e com a geração de inúmeros outros benefícios em sua cadeia produtiva. Nesse contexto, a Embrapa, articulada ao Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), constitui a maior rede de pesquisa agropecuária do mundo tropical, desempenhando papel altamente significativo pela diversidade de pesquisas de elevada qualificação técnica e pelo papel estratégico que exerce no processo de desenvolvimento nacional.

Todos esses atores têm um compromisso com a mudança – que move as instituições de ciência e tecnologia e as faz buscar permanentemente a superação das próprias conquistas – e têm caminhado sempre adiante em direção ao novo, mesmo diante de incompreensões e dificuldades operacionais.

Com uma fantástica base de conhecimentos e tecnologias de produção agrícola e agroindustrial, que se tornaram patrimônio dos agricultores e da agroindústria brasileira e que ousamos chamar de moderna agricultura tropical, pudemos oferecer alimentos com mais fartura e segurança, ajudar a melhorar a nutrição e a saúde dos brasileiros nos grandes centros e no interior.

Entretanto, não devemos perder de vista os diversos problemas ainda a serem resolvidos, entre os quais estão a fome, as desigualdades regionais, a busca pela sustentabilidade econômica, social e ambiental, bem como a questão da competitividade de nossos produtos no mercado internacional.

A Embrapa, juntamente com o SNPA e as redes de C&T agropecuárias, é hoje chamada a liderar outras frentes de inovação e, novamente,

apresenta-se o aparente paradoxo de buscar a mudança para acompanhar o ritmo alucinante da competição econômica internacional, mas precisa agir com cautela, rigor e segurança. Mais uma vez, é preciso deixar fluir plenamente a sua maneira de ser, a da ciência, não deixar nada ao acaso, antecipar os problemas, planejar as soluções e testar os resultados.

Um grande programa de desenvolvimento agropecuário e florestal, centrado na ampla disseminação e no uso de tecnologias de ponta por todos os segmentos agrícolas, pode auxiliar na retomada do crescimento econômico acelerado, com justiça social e sustentabilidade ambiental.

Com esta publicação, pretendemos mostrar como a aplicação dos progressos científicos na agricultura tem trazido reflexos positivos para o País. Não é uma fórmula mágica, mas a soma de três componentes indispensáveis para o sucesso, quando se pensa no futuro do Brasil: a ciência, a agricultura e a sociedade.

Parabenizamos o editor técnico, professor Ernesto Paterniani, doutor em agronomia, geneticista com uma rica e extensa experiência com pesquisas na área de seleção e melhoramento genético em milho, reconhecida internacionalmente. Membro do Conselho de Administração da Embrapa, ele já foi condecorado com o Prêmio Frederico de Menezes Veiga, outorgado pela Empresa, recebeu comendas da Ordem Nacional do Mérito Científico, venceu o prêmio da Fundação Bunge 2005 e, mais uma vez, presta uma importante contribuição ao País com a publicação desta obra.

Silvio Crestana
Diretor-Presidente da Embrapa

Prefácio

Toda edição de um livro tem um propósito, embora nem sempre bem definido. Para apreciação do leitor, esta obra é fruto de interações entre instituições financiadoras de pesquisa e de decisões de natureza orçamentária. A experiência mostra que as aprovações, pelo Congresso, dos orçamentos solicitados por instituições públicas para pesquisas científicas, normalmente exigem, previamente por parte dos legisladores, informações adequadas sobre os benefícios que resultarão para a sociedade. Embora nem sempre essas informações sejam facilmente evidentes, no caso das pesquisas relacionadas à agricultura, não há dificuldade nesse sentido. O que há, é um relativo desconhecimento mais ou menos generalizado, de que grande parte da segurança alimentar, da qualidade de vida, e da economia em geral se deve aos resultados da pesquisa agropecuária.

Assim, este livro é dirigido a todos que se interessam direta ou indiretamente pela agricultura, aos responsáveis por decisões no âmbito nacional por políticas agrícolas, aos formadores de opinião, bem como a toda a sociedade, que nem sempre se dá conta dos benefícios recebidos de uma agricultura mais eficiente. A fácil disponibilidade dos alimentos, aliada a uma efetiva redução nos seus preços, tem contribuído para uma melhor qualidade de vida, além da significativa participação do agronegócio brasileiro na economia nacional.

Embora a maior invenção da humanidade, a agricultura, há cerca de dez mil anos, tenha garantido a sua sobrevivência, a fome ainda foi, por muito tempo, um flagelo recorrente, em decorrência de problemas climáticos, pragas e enfermidades, geralmente atribuídos a desígnios divinos. Com o tempo, progressos científicos passaram a ser incorporados à atividade agrícola, reduzindo as incertezas inerentes a essa atividade. A partir de 1900, com a redescoberta das leis da hereditariedade, descobertas 30 anos antes, pelo monge Gregorio Mendel, o melhoramento genético das plantas alcançou níveis surpreendentes.

Simultaneamente, conhecimentos sobre nutrição das plantas, controle integrado de pragas, enfermidades, além de técnicas avançadas de práticas agrícolas contribuíram para maior segurança na produtividade agrícola.

Além desses progressos partilhados globalmente, o Brasil tem se destacado em inovações para uma agricultura sustentável, com técnicas de proteção ao meio ambiente. A "conquista do Cerrado", antes considerado impróprio para a agricultura, atualmente suporta boa parte da produção agrícola. O sistema de "Plantio Direto", uma revolução agrícola, onde o Brasil ocupa destacada liderança, é a atividade agrícola mais protetora do meio ambiente, reduzindo a erosão do solo, melhorando a sua fertilidade para as gerações futuras, além de outros benefícios ambientais. Outra notável invenção, também uma revolução agrícola, consiste no sistema "Integração Lavoura-Pecuária", combinando a atividade agrícola de produção de grãos (milho, soja, arroz) com a pecuária, promovendo o máximo de aproveitamento do solo, tudo em plantio direto. São técnicas que, além dos benefícios diretos para o meio ambiente, podem reduzir a necessidade da ocupação de novas áreas para a agricultura. Notáveis progressos na área florestal, com significativos aumentos de produtos madeireiros e não-madeireiros salientam o enorme potencial para a economia do País.

Não é de admirar que o Brasil tenha hoje a agricultura mais eficiente em termos globais, superior mesmo em relação a países desenvolvidos, o que, naturalmente, provoca reações adversas de natureza econômica. Sendo o agronegócio um dos grandes responsáveis pela economia nacional, é importante considerar também a efetiva participação da agricultura familiar, tanto em termos econômicos, como sociais. O que deve ficar evidente, é que os avanços científicos podem e devem estar disponíveis e ser empregados tanto no agronegócio como na agricultura familiar, que também se beneficia do uso de uma tecnologia adequada. A Região Amazônica, com suas peculiaridades edafoclimáticas, tem condições, dentro de critérios técnicos bem definidos, de dar a sua contribuição para uma agricultura sustentável, com evidentes benefícios sociais. Os exemplos citados, não esgotam todo o progresso e o potencial agropecuário brasileiro. Outras áreas dignas de registro poderiam ser analisadas, não fosse por limitações de logística. Merece destaque os significativos avanços na pecuária, cujo texto não foi preparado em tempo hábil.

Nem tudo, entretanto, tem sido fácil na aplicação dos conhecimentos científicos na agricultura brasileira. A descoberta, em 1953, da estrutura do DNA, a molécula responsável pela hereditariedade, e subseqüentes pesquisas possibilitaram a incorporação nos genomas das plantas, de genes desejáveis inexistentes na espécie, dando origem às plantas transgênicas também chamadas de OGMs (organismos geneticamente modificados). Apesar da competência dos cientistas brasileiros na área de biotecnologia, com seus laboratórios bem equipados, da crescente aceitação global dos transgênicos, dos benefícios para o meio ambiente e para a saúde humana,

e da necessidade de variedades transgênicas específicas para a agricultura familiar, só pesquisadas por instituições públicas, a tecnologia em questão vem continuamente sofrendo forte e radical oposição por parte de certas organizações. Além disso, as inúmeras ações judiciais e uma legislação de biossegurança restritiva têm conduzido o Brasil a um significativo atraso, mesmo em relação a outros países em desenvolvimento.

Lamentavelmente, o Brasil é, freqüentemente, palco de campanhas de oposição à agricultura brasileira, com argumentos e informações de duvidosa credibilidade.

Espera-se que um conhecimento das aplicações científicas na agricultura e seus reflexos para uma melhor qualidade de vida da sociedade contribuam para uma adequada percepção pública do valor da agricultura e da devida consideração que deve merecer.

Editor Técnico

Sumário

Capítulo 1

Dos primórdios à modernidade:
uma breve história da agricultura 19

Capítulo 2

Contribuições do melhoramento
genético de plantas no Brasil 41

Capítulo 3

Avanços do Manejo Integrado de Pragas (MIP) no Brasil 75

Capítulo 4

Micronutrientes e metais pesados – essencialidade e toxidez 117

Capítulo 5

Engenharia genética na agricultura 155

Capítulo 6

Conquista do Cerrado e consolidação da agropecuária 195

Capítulo 7

Plantio direto: uma revolução na agricultura brasileira 227

Capítulo 8

Integração lavoura-pecuária: estudo de caso
vivenciado pela Embrapa Arroz e Feijão 277

Capítulo 9

Várzeas tropicais: um imenso potencial estratégico para produzir
"qualidade", com ênfase na cultura do feijoeiro comum 331

Capítulo 10

O agronegócio brasileiro 383

Capítulo 11

A propriedade familiar e a pesquisa agropecuária 415

Capítulo 12	
Progressos recentes na área florestal	439
Capítulo 13	
Agricultura na Região Amazônica	457
Capítulo 14	
Restrições à aplicação dos resultados da pesquisa na agricultura tropical	485

1

Dos primórdios à modernidade: uma breve história da agricultura

Maria Lidia Stipp Paterniani
Ernesto Paterniani

Resumo

O advento da agricultura é recente na história da humanidade. Há apenas cerca de dez mil anos, os grupos de caçadores-coletores, independentemente em diferentes regiões geográficas, iniciaram o processo de sementeira e cultivo de sementes, raízes e tubérculos coletados na natureza. Esse evento histórico, considerado a primeira e mais importante revolução na história da humanidade, não trouxe apenas uma mudança na forma de obtenção de alimentos, mas promoveu profundas mudanças sociais, econômicas, culturais e políticas nas populações humanas.

O processo de domesticação promoveu também significativas modificações nas espécies das plantas cultivadas, resultando no desenvolvimento de variedades mais produtivas e mais adaptadas às diversas condições ambientais. Contudo, reduziu ou eliminou por completo uma série de características genéticas responsáveis pelas defesas naturais das espécies contra ataques de pragas e patógenos, e reduziu a variabilidade genética dos materiais cultivados. Simultaneamente, houve também profundas e irreversíveis mudanças ambientais causadas pela progressiva