

INTRODUÇÃO À AGRONOMIA

INTRODUÇÃO À AGRONOMIA

Copyright © 2013, by Antonio Carlos de Souza Abboud
Direitos Reservados em 2013 por **Editora Interciência Ltda.**

Diagramação: Elza Ramos

Revisão Ortográfica: Vera Cristina Rodrigues Feitosa
Maria Paula da Mata Ribeiro

Capa: Marcella Real

CIP-Brasil. Catalogação-na-Fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

????

Abboud, Antonio Carlos de Souza
Introdução à agronomia / Antonio Carlos de Souza Abboud (organiza-
dor). – 1. ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

646 p.: il.; 25 cm

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7193-304-0

1.???. I. Título.

13-????.

CDD: ???

CDU: ???

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,
sem autorização por escrito da editora.

www.editorainterciencia.com.br



Editora Interciência Ltda.

Rua Verna Magalhães, 66 – Engenho Novo

Rio de Janeiro – RJ – 20710-290

Tels.: (21) 2581-9378/2241-6916 – Fax: (21) 2501-4760

e-mail: vendas@editorainterciencia.com.br

Impresso no Brasil – *Printed in Brazil*

Autores

- **ADRIANA MARIA DE AQUINO** é licenciada em Ciências (1985) e bióloga (1986) pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora e pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1986), respectivamente, tem mestrado (1990) e doutorado (1995) em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Atualmente é pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, atuando no Núcleo de Pesquisa e Treinamento para Agricultores em Nova Friburgo – RJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Biologia do Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: fauna do solo, bioindicadores, matéria orgânica, vermicompostagem e minhocas.
- **ADRIANO PORTZ** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1990, mestre em 2001 e doutor em 2005 na área de Agronomia (Ciência do Solo) pela UFRRJ. É professor do Departamento de Engenharia de Agronegócios do Curso de Engenharia de Agronegócios do Polo Universitário de Volta Redonda da Universidade Federal Fluminense desde 2006. Leciona as disciplinas: Insumos Agropecuários, Técnicas Agrícolas e Fertilidade do Solo e Fertilizantes, na graduação. Desenvolve pesquisa na área de fertilidade de solo e nutrição de plantas.
- **ALDIR DE OLIVEIRA DE CARVALHO** (*IN MEMORIAM*) foi engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1982, mestre em Agronomia/Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa em 1991 e doutor em Fitotecnia pela UFRRJ em 2003. Foi professor adjunto do Departamento de Fitopatologia e de Fitotecnia da UFRRJ. Lecionou as disciplinas Introdução à Agronomia e Culturas Sacarinas e Suculentas, na graduação, e Micologia Aplicada à Produção Vegetal, na pós-graduação. Atuou na área de Fitopatologia com ênfase em micologia e controle de doenças de plantas.
- **ANTONIO CARLOS DE SOUZA ABBOUD** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1982, mestre em Ciência do Solo pela mesma universidade em 1986 e ph.D. pela Dalhousie University, Canadá, em 1992. É professor associado do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ e vem atuando nesta função desde 1994. Ocupa desde 2006 o cargo de diretor do Instituto de Agronomia da UFRRJ. Atua na área de agroecologia e agricultura orgânica.

- **AURINO FLORÊNCIO DE LIMA** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1969, mestre em Entomologia pela ESALQ/USP em 1981. É professor do Departamento de Entomologia e Fitopatologia do Instituto de Biologia da UFRRJ desde 1974. Leciona, na graduação, as disciplinas Métodos de Controle de Pragas e Entomologia Geral. Desenvolve pesquisa na área de taxonomia, sistemática e morfologia de insetos, com ênfase em Aleyrodidae (Hemiptera).
- **CARLOS ALBERTO ALVES VARELLA** é doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (2004). Atualmente é professor adjunto da UFRRJ. Atua na área de mecanização agrícola, com ênfase em motores, tratores, máquinas e agricultura de precisão.
- **CIBELLE VILELA ANDRADE FIORINI** é engenheira agrônoma formada pela Universidade Federal de Lavras, mestre em Fitotecnia pela mesma universidade e doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa. É professora adjunta I do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ desde 2009, onde leciona as disciplinas Olericultura e Fundamentos em Horticultura, na graduação, e Olericultura, na pós-graduação. Atua nas áreas de agricultura orgânica e melhoramento genético de hortaliças, com ênfase na cultura da alface.
- **CLARINDO ALDO LOPES** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1976), mestre em Agronomia, em Ciências do Solo (1983), e doutor em Fitotecnia (2003) pela mesma universidade. É professor do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ desde 1977. Tem experiência na área de fitotecnia com ênfase em matologia, banco de sementes e manejo e tratos.
- **CLAUDIA ANTONIA VIEIRA ROSSETTO** é engenheira agrônoma formada pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1990), mestre em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1993) e doutora em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1995). Atualmente é professora associada da UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em produção e tecnologia de sementes.
- **DANIEL FONSECA DE CARVALHO** é engenheiro agrícola, formado pela Universidade Federal de Lavras em 1990, mestre em 1993 e doutor em 1998 em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. É professor associado II do Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia da UFRRJ, desde 1997. É líder do grupo de pesquisa “Água e Solo em Sistemas Agrícolas”, cadastrado no CNPq. É professor e orientador nos cursos de graduação, nos cursos de pós-graduação em Fitotecnia e Agronomia – Ciência do Solo (mestrado e doutorado). Atua, principalmente, nos seguintes temas: otimização do uso da água, manejo da irrigação, perda de solo, água e nutrientes.

- **DEJAIR LOPES DE ALMEIDA** POSSUI GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA PELA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (1966), MESTRADO EM AGRONOMIA (CIÊNCIAS DO SOLO) PELA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (1979) E DOUTORADO EM AGRONOMIA (CIÊNCIAS DO SOLO) PELA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (1991). ATUALMENTE É PESQUISADOR DA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, DA FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO E PROFESSOR COLABORADOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. TEM EXPERIÊNCIA NA ÁREA DE AGRONOMIA, COM ÊNFASE EM FERTILIDADE DO SOLO E ADUBAÇÃO, ATUANDO PRINCIPALMENTE NOS SEGUINTE TEMAS: AGROECOLOGIA, AGRICULTURA ORGÂNICA, MANEJO ORGÂNICO, FÓSFORO E AGRICULTURA ORGÂNICA.
- **EDNA RIEMKE DE SOUZA** é bacharela e licenciada em História Natural pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1965), mestre em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1976) e ph.D. em Genética pela California University, Davis, USA (1987). É professora titular no Departamento de Solos da UFRRJ, desde 1996, onde atua desde 1974. Colabora na disciplina Introdução à Agronomia e é responsável pela disciplina Bioquímica de Plantas Cultivadas desde 1987. Coordena projetos de extensão sobre a Segurança e Educação Alimentar e Nutricional e a Produção Orgânica de Hortaliças, dirigidos a comunidades escolares de áreas urbano-rurais, desde 1993.
- **EDNALDO DE ARAÚJO TEIXEIRA** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 2001, mestre (2004) e doutor (2008) em Agronomia (Ciência do Solo) pela mesma universidade. É pesquisador da Embrapa Agrobiologia desde novembro de 2008. Desenvolve pesquisa na área da agricultura orgânica com ênfase na ciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio em leguminosas, adubo verde e culturas de interesse econômico.
- **EDUARDO LIMA** é engenheiro agrônomo formado pela Universidade de São Paulo (1978), mestre em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo (1981) e doutor em Agronomia (Ciências do Solo) pela UFRRJ (1988). Atualmente é professor adjunto da UFRRJ. Tem experiência na área de agronomia, com ênfase em fertilidade do solo e adubação, atuando principalmente nos seguintes temas: cana-de-açúcar, mandiocinha-salsa, sistema de corte da cana, biologia do solo e vinhaça.
- **ELEN DE LIMA AGUIAR-MENEZES** é engenheira agrônoma, formada pela UFRRJ em 1990, mestre em Entomologia pela Universidade Federal de Lavras em 1994 e com doutorado em Fitotecnia/Entomologia pela UFRRJ em 2000. É professora do Departamento de Entomologia e Fitopatologia do Instituto de

Biologia da UFRRJ desde 2009. Leciona, na graduação, a disciplina Entomologia Florestal e, na pós-graduação, as disciplinas Ecologia e Comportamento dos Insetos e Controle Biológico de Insetos. Desenvolve pesquisa na área da agroecologia com ênfase em controle biológico por conservação em sistemas de produção orgânica de hortaliças.

- **ELI LINO DE JESUS** é engenheiro agrônomo formado pela Universidade Federal de São Carlos em 1982, mestre (1993) e doutor (2003) em Agronomia (Ciência do Solo) pela UFRRJ. É professor efetivo do IFSudeste-MG, *campus* Rio Pomba, desde 2008, onde leciona as disciplinas Fertilidade do Solo, Sociologia Rural e Extensão Rural. Atualmente é também coordenador do curso de bacharel em Agroecologia. Atua nas seguintes áreas: epistemologia da agroecologia, desenvolvimento rural sustentável e diagnóstico da sustentabilidade rural e desenvolvimento participativo.
- **ÉLSON DE CARVALHO VIEGAS** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1966), mestre (1994) e doutor (2004) em Fitotecnia pela UFRRJ (1994). Atualmente é professor aposentado da UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia e plantas medicinais.
- **EURÍPEDES BARSANULFO MENEZES** é engenheiro agrônomo, formado pela UFRRJ em 1971, mestre em Entomologia pela ESALQ/USP em 1974 e doutor em Entomologia pela University of Florida, EUA, em 1981. É professor do Departamento de Entomologia e Fitopatologia do Instituto de Biologia da UFRRJ desde 1974. Leciona as disciplinas Entomologia e Parasitologia Aplicadas, na graduação, e Insetos Sociais e Manejo Integrado de Pragas, na pós-graduação. Desenvolve pesquisas na área de ecologia, comportamento e controle de cupins em áreas urbanas e rurais.
- **EVERALDO ZONTA** é graduado em licenciatura em Ciências Agrícolas e em Engenharia Agrônoma pela UFRRJ em 1993 e doutor em Agronomia (Ciências do Solo) pela mesma universidade em 2003. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Solos da UFRRJ. Leciona e orienta na graduação e pós-graduação. É docente permanente no curso de pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) e do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola. Atua nas áreas de fertilidade do solo, relações solo-planta, uso de resíduos na agricultura e na remediação de áreas contaminadas.
- **FRANCISCO RACCA FILHO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1974, mestre em Ciências Biológicas/Zoologia pela UFRJ em 1984 e doutor em Bio-

logia Animal pela UFRRJ em 2000. É professor do Departamento de Entomologia e Fitopatologia do Instituto de Biologia da UFRRJ desde 1978. Leciona, na graduação, a disciplina Entomologia Geral e, na pós-graduação, Taxonomia de Insetos e Morfofisiologia de Insetos. Desenvolve pesquisa na área de taxonomia, sistemática e morfologia de insetos, com ênfase em Cleridae (Coleoptera) e Aleyrodidae (Hemiptera).

- **HELVÉCIO DE-POLLI** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1971, mestre em Solos e Nutrição de Plantas pela ESALQ/USP em 1975 e ph.D. em Soil & Crop Sciences pela Rutgers University/EUA em 1983. Foi pesquisador da Embrapa Agrobiologia de 1974 a 2009. Foi coordenador da área de ciências agrárias da FAPERJ (2000-2002). Atuou na Embrapa Labex-ARS/USDA-Beltsville (2002-2004). Atualmente, é professor e colaborador no curso de pós-graduação em Fitotecnia da UFRRJ. Atua na área de agroecologia, com ênfase em ciência do solo, nos seguintes temas: biomassa microbiana, gases do efeito estufa, sequestro de carbono e manejo orgânico do solo.
- **HIGINO MARCOS LOPES** é engenheiro agrônomo formado pela Universidade Federal de Viçosa em 1984 e mestre e doutor em Fitotecnia pela mesma universidade em 1996. É professor do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da UFRRJ desde 1992. Leciona, na graduação, a disciplina Tecnologia de Sementes e, na pós-graduação, Análise de Sementes. Desenvolve pesquisa na área de fisiologia, produção e análise de sementes com ênfase em condicionamento fisiológico e em sistemas de produção orgânica de sementes de hortaliças.
- **JOÃO SEBASTIÃO DE PAULA ARAÚJO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1992, mestre (1995) e doutor (2001) em Fitotecnia pela UFRRJ. É professor do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ desde 2005. Atua no ensino de graduação e pós-graduação em agronomia com ênfase em produção vegetal e fitopatologia. Atua como conselheiro regional e coordenador da Câmara Especializada de Agronomia do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia-RJ (CREA-RJ).
- **JORGE JACOB NETO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1980, mestre em Agronomia (Ciências do Solo) pela mesma universidade (1985) e doutor em Biological Science pela University of Dundee (1993). Atualmente é professor associado da UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fisiologia e nutrição de plantas cultivadas, atuando principalmente nos seguintes temas: molibdênio, alumínio, balanço iônico e concentração de nutrientes em sementes de plantas como soja, feijão, caupi, amendoim-bravo e arroz.

- **JORGE LUIZ PIMENTA MELLO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1975), com especialização em Otimização do Uso da Água, Technion, Israel, 1986. É mestre (1990) e doutor (1998) em Engenharia de Irrigação e Drenagem, pela Universidade Federal de Viçosa. É professor associado III do Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, da UFRRJ.
- **JORGE XAVIER DA SILVA** é geógrafo formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1959), mestre (1963) e doutor (1973) em Geografia pela Louisiana State University – LSU. Atualmente é professor emérito da UFRJ. Tem experiência na área de geociências, com ênfase em geoprocessamento e sistemas geográficos de informação, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas geográficos de informação, geoprocessamento, saga/UFRJ, análise ambiental e geoprocessamento, análise ambiental.
- **JOSÉ ANTONIO AZEVEDO ESPINDOLA** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1993, mestre (1996) e doutor (2001) em Agronomia (Ciência do Solo) pela UFRRJ. É pesquisador da Embrapa Agrobiologia. Tem experiência na área de agroecologia, com ênfase nos seguintes temas: agricultura orgânica, adubação verde e cobertura viva do solo.
- **JOSÉ GUILHERME MARINHO GUERRA** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1983 e doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela mesma universidade em 1993. Atualmente é pesquisador da Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa em Agroecologia. Atua na área de Agronomia, com ênfase em agricultura orgânica.
- **JOSÉ LUIZ JACINTHO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1969. Trabalha na área de máquinas e energia na agricultura, desde 1973. Concomitantemente, ocupou o cargo de engenheiro agrônomo na Secretaria de Agricultura do Estado do Rio de Janeiro, onde se aposentou em 1996.
- **LEONARDO DUARTE BATISTA DA SILVA** é engenheiro agrícola formado pela Universidade Federal de Viçosa em 1997 e doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade de São Paulo na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), em 2003. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Engenharia da UFRRJ. Atua em pesquisas relacionadas a recursos hídricos e engenharia do meio ambiente, principalmente nos seguintes temas: manejo da irrigação, evapotranspiração, consumo hídrico e meio ambiente.
- **LEONARDO OLIVEIRA MÉDICI** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1993, mestre em Fitotecnia pela UFRRJ em 1995 e doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela ESALQ/USP em 2003. É professor do Departamento de

Ciências Fisiológicas do Instituto de Biologia da UFRRJ desde 1996. Leciona, na graduação, a disciplina Fisiologia Vegetal e, na pós-graduação, a disciplina Princípios do Metabolismo Vegetal. Desenvolve pesquisa na área da fisiologia da produção, com ênfase na fisiologia de plantas irrigadas automaticamente.

- **LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS** é engenheira agrônoma formada pela UFRRJ em 1980, mestre em Agronomia (Ciências do Solo) pela mesma universidade em 1985, doutora em Agronomy-Soil Science pela Purdue University em 1991 e pós-doutorada em 1997 pela mesma instituição. É professora associada do Departamento de Solos da UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em gênese, morfologia e classificação dos solos, atuando principalmente nos seguintes temas: classificação de solos, etnopedologia, manejo de solos, indicadores edáficos de qualidade e relação entre erosão do solo e degradação. É membro do Comitê Nacional para validação e aperfeiçoamento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.
- **LUÍS ANTÔNIO SIQUEIRA DE AZEVEDO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1977), mestre em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade Federal de Viçosa (1984) e doutor em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2004). Atualmente é professor do Departamento de Entomologia e Fitopatologia da UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitopatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: controle de ferrugem da soja, requeima da batata e tomate, uso racional de fungicidas e manejo integrado de doenças.
- **LUIS BEJA MOREIRA** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1977, mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa em 1983 e doutor em Fitotecnia/Produção Vegetal pela UFRRJ em 2001. É professor do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da UFRRJ desde 1978. Leciona as disciplinas Cultura de Cereais, Técnicas Agrícolas Aplicadas às Grandes Culturas e Introdução à Agronomia, na graduação. Desenvolve pesquisa na área de melhoramento vegetal e manejo cultural, com ênfase nas culturas do arroz e do milho.
- **LUIS OTÁVIO NUNES** é engenheiro agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1977, mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa em 1987 e doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas em 1998. Atualmente é Professor Associado I da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de Processamento de Produtos Agrícolas. Atuando principalmente nos seguintes temas: armazenamento, pré-processamento de produtos agropecuários.

- **MADOLON RODRIGUES SÁ BRAZ** é engenheira agrônoma formada pela UFRRJ (2000), mestre (2005) e doutora (2009) em Fitotecnia pela mesma universidade. Atualmente é professora adjunta da UFRRJ. Atua principalmente nos seguintes temas: produção e qualidade de grãos e sementes, pré-processamento e armazenamento de produtos agrícolas, vigor e tratamento pré-germinativos de sementes.
- **Manlio Silvestre Fernandes** é engenheiro agrônomo formado pela Universidade Federal do Ceará em 1964 e ph.D. pela Universidade do Estado de Michigan em 1974. É professor emérito da UFRRJ e professor-orientador dos cursos de pós-graduação em Solos e em Fitotecnia da UFRRJ. Sua área principal de interesse é nutrição mineral de plantas com ênfase no estudo da eficiência de uso do nitrogênio por plantas.
- **MARCO ANTONIO DA SILVA VASCONCELLOS** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1985, mestre (1991) e doutor (2001) em Agronomia/Horticultura pela UNESP, Botucatu, SP. É professor do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da UFRRJ desde 1993. Leciona as disciplinas Fruticultura e Introdução à Horticultura nos cursos de graduação, em Agronomia, e licenciatura em Ciências Agrícolas e Fruticultura do curso de pós-graduação, em Fitotecnia. Desenvolve pesquisa na área de fruticultura com ênfase em sistemas de produção, manejo e ecofisiologia de fruteiras tropicais e subtropicais.
- **MARCO ANTONIO DE ALMEIDA LEAL** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1988, mestre (1996) e doutor (2006) em Agronomia (Ciência do Solo) pela mesma universidade. É pesquisador da Embrapa Agrobiologia desde 2006. Realiza pesquisas relacionadas à matéria orgânica do solo, com ênfase em processos de compostagem visando à obtenção de fertilizantes e substratos orgânicos.
- **MARCOS GERVÁSIO PEREIRA** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1988, mestre (1992) e doutor (1996) em Agronomia (Ciência do Solo) nesta mesma instituição. Atualmente é professor associado do Departamento de Solos da UFRRJ. Atua nas áreas de agronomia, recursos florestais e engenharia florestal, botânica e ecologia. Coordena e participa de projetos de pesquisa relacionados à pedologia, à ciclagem de nutrientes e ao uso e manejo do solo nos seguintes biomas: Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal e Amazônia.
- **MARGARIDA GORETE FERREIRA DO CARMO** é engenheira agrônoma formada pela Universidade Federal de Viçosa em 1985, mestre (1989) e doutora (1995) em Fitopa-

tologia pela mesma universidade. É professora do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ desde 1996. Leciona, na graduação, a disciplina Olericultura e, na pós-graduação, as disciplinas Patologia de Sementes, Análise de Fitopatossistemas e Olericultura. Desenvolve pesquisas na área de fitopatologia com ênfase em epidemiologia e controle de doenças de hortaliças e agricultura orgânica.

- **MARIA CRISTINA AFFONSO LORENZON** é zootecnista formada pela UFRRJ em 1977, mestre em Agronomia/Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa em 1991 e doutora em Entomologia em 2001 pela mesma universidade. É professora do Departamento de Reprodução Animal do Instituto de Zootecnia da UFRRJ desde 1998. Leciona, na graduação, as disciplinas Sericicultura e Apicultura Aplicadas e, na pós-graduação, Adaptação e Aclimamento de Animais Domésticos e Abelhas Eussociais – comportamento e organização social. Desenvolve pesquisa na área de ecologia animal, com ênfase em abelhas.
- **MARIA CRISTINA PRATA NEVES** é bióloga formada pela UFRRJ em 1974, ph.D. em Agricultura e Horticultura (Fisiologia da Produção Vegetal) pela Universidade de Reading, Inglaterra, em 1978. É pesquisadora aposentada da Embrapa Agrobiologia. Tem experiência na área de microbiologia do solo e agricultura orgânica e atuou principalmente nos seguintes temas: fixação biológica de nitrogênio, rizóbio e ecologia do rizóbio. Atua, como consultora, na área de segurança de alimentos, boas práticas agropecuárias e agricultura orgânica. Atualmente é assessoria técnica do Programa Alimentos Seguros.
- **MARIA HILDE DE BARROS GÓES** é geógrafa formada pela Universidade Federal de Alagoas (1971), mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1979) e tem doutorado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1994). Atualmente é professora associada da UFRRJ. Tem experiência na área de geociências, com ênfase em geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: geoprocessamento, base de dados, planejamento ambiental, avaliações ambientais e gestão ambiental.
- **MARIELLA CAMARDELLI UZEDA** é engenheira agrônoma formada pela Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (1989), mestre (1995) e doutora (1999) em Manejo de Recursos Naturais Renováveis pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Atualmente é pesquisadora da Embrapa Agrobiologia. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em agroecologia, atuando principalmente com ecologia de paisagens agrícolas na Mata Atlântica.

- **MARTA DOS SANTOS FREIRE RICCI** é engenheira agrônoma formada pela Universidade Federal Rural da Amazônia (1983), mestre em Ciência do Solo (1986) e doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (1992). Atualmente é pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Sua área de atuação é agricultura orgânica, com ênfase na cultura do café.
- **MURILO MESQUITA BAESSO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRA em 2001, mestre (2005) e doutor (2009) em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. É professor adjunto I do Departamento de Engenharia Agrícola da UFRRJ. Atua principalmente nos seguintes temas: tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, máquinas agrícolas, deficiência nutricional de nitrogênio, agricultura de precisão, forragicultura e sensoriamento remoto.
- **RAUL DE LUCENA DUARTE RIBEIRO** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1962), mestre (1969) e doutor (1978) em Plant Pathology pela University of Wisconsin, Madison. É professor aposentado da UFRRJ e atua como colaborador sem vínculo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitopatologia, atuando nos últimos vinte anos, principalmente, em agroecologia e agricultura orgânica.
- **REGINA CELI CAVESTRÉ CONEGLIAN** é engenheira agrônoma formada pela UNESP em 1987, mestre em Horticultura (1990) e doutora em Botânica/Fisiologia Pós-Colheita pela UNESP (1995). É professora do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da UFRRJ desde 1997. Leciona, na graduação, a disciplina Pós-Colheita de Produtos Vegetais Perecíveis e, na pós-graduação, Fisiologia Pós-Colheita. Desenvolve pesquisa na área da Agronomia, com ênfase em fisiologia pós-colheita de produtos perecíveis, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade, composição química, métodos de conservação e armazenamento.
- **RENATO LINHARES DE ASSIS** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1984), mestre (1993) em Agronomia (Ciência do Solo) pela mesma universidade e doutor em Economia Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (2002). Atualmente é pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária junto ao Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia. Tem experiência na área de agroecologia, com ênfase em desenvolvimento rural, atuando prin-

principalmente nos seguintes temas: agricultura orgânica, processos participativos de construção de conhecimentos, agricultura familiar, avaliação da sustentabilidade agrícola e políticas públicas.

- **RICARDO MOTTA MIRANDA** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ (1974), mestre (1979) e doutor (1981) em Horticultura pela Michigan State University. Atualmente é professor e reitor da UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: fitorreguladores, hormônios vegetais, fisiologia de pós-colheita.
- **ROBERTO PRECCI LOPES** é engenheiro agrícola formado pela Universidade Federal de Viçosa (1984), mestre (1988) e doutor (2002) em Engenharia Agrícola pela mesma universidade. Atualmente é professor da Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola. Atua nas áreas de utilização de fontes renováveis de energia na agricultura (eólica, solar, biomassa e hidráulica), secagem de produtos de origem agropecuária e energização rural.
- **ROBERTO TOZANI** é engenheiro agrônomo formado em 1967 pela Escola Nacional de Agronomia, ENA-UFRRJ, mestre (1976) e doutor (1988) em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa. É professor associado II do Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia da UFRRJ desde 1970. Leciona na UFRRJ, nos cursos de Agronomia no curso de pós-graduação, em Fitotecnia. Realiza pesquisas nas áreas de plantas daninhas e em cafeicultura.
- **ROSANA RODRIGUES** é engenheira agrônoma formada pela UFRRJ em 1988, mestre em Fitotecnia pela UFRRJ em 1992 e doutora em Produção Vegetal/Melhoramento de Plantas pela UENF em 1997. É professora do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal da UENF desde 1998. Leciona, na graduação, a disciplina Produção de Hortaliças e, na pós-graduação, as disciplinas Melhoramento de Plantas, Melhoramento de Plantas Visando à Resistência a Doenças e Acessibilidade e Propriedade Intelectual no Melhoramento de Plantas. Desenvolve pesquisa na área de melhoramento de plantas e recursos genéticos vegetais para agricultura e alimentação.
- **RUBENS NEY BRIANÇON BUSQUET** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1977, mestre em Agronomia/Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1983) e doutor em Fitotecnia pela UFRRJ (2006). Atualmente é professor aposentado da UFRRJ. Tem experiência na área de agronomia com ênfase em fruticultura.

- **Tiago Badre Marino** possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e mestrado em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo (2008). Especialização em Engenharia de Redes e Sistemas de Comunicações pelo Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL (2008). Atualmente é professor assistente do Departamento de Geociências da UFRRJ, colaborador do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado da UFRRJ e colaborador do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de ciência da computação, com ênfase em ciência da computação. Ativo colaborador do Centro Nacional de Apoio Científico a Desastres (CENACID/UFPR), representante brasileiro da ONU para atendimento a desastres ambientais na América, treinando membros desta entidade e apoiando missões.
- **WELLINGTON MARY** é engenheiro agrônomo formado pela UFRRJ em 1988, mestre em Fitotecnia/Produção Vegetal pela mesma universidade em 1995 e doutor em Engenharia Agrícola/Construções Rurais e Ambientais pela Universidade Estadual de Campinas em 2005. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ. Atua nas áreas de cultivo protegido e ambiência, hidroponia, soluções nutritivas, substratos; agricultura urbana, paisagismo e conforto ambiental de edificações baseado no tema “telhado verde”. Atuante em projetos de extensão universitária com enfoque em inclusão social.

Apresentação

Em 20 de outubro de 1910, com a edição do Decreto nº 8.319, que criou a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária (ESAMV), no âmbito da regulamentação do ensino agrícola no país, teve início um longo processo de construção de um ambiente acadêmico tão decisivo para a história da Universidade Rural quanto o seu próprio nascimento como instituição.

A Deliberação nº 01, de 30/01/2009, do Conselho Universitário, instituiu a data de 20 de outubro de 1910 como marco de origem da instituição. Assim, em 2010 comemoramos o centenário de origem da UFRRJ.

Essa comemoração ocorre em momento de reestruturação e expansão da instituição, referência no ensino agrário no país, que hoje oferece 55 cursos de graduação, para mais de 15 mil estudantes, nas modalidades presencial e a distância, 19 cursos de pós-graduação *stricto sensu* e sete cursos *lato sensu*, além de diversos projetos de pesquisa e extensão em desenvolvimento, nos *campi* localizados em Seropédica, Nova Iguaçu, Três Rios e Campos dos Goytacazes.

É um privilégio estar reitor por ocasião do centenário de origem da UFRRJ, instituição em que me formei como técnico agrícola e engenheiro agrônomo e, entre outras honrosas atribuições, poder fazer a apresentação do livro *Introdução à Agronomia*, um dos mais importantes e estimulantes compêndios básicos para formação profissional.

Não tenho dúvidas de que as características desta obra a tornam pioneira no Brasil como livro de referência não só para os recém-ingressos nos cursos de Agronomia e estudantes de colégios técnicos agrícolas, mas também para jovens que precisam de informações esclarecedoras para fazer sua escolha profissional. Esta obra também será de grande valia para todos os interessados nas questões que compreendem o vasto universo da produção agrícola.

Com o orgulho e a satisfação de ter colaborado em um dos capítulos, desejo a todos boa leitura!

Ricardo Motta Miranda
Engenheiro agrônomo
Reitor da UFRRJ

Prefácio

No Brasil, os manuais de agricultura datam dos tempos coloniais, escritos por padres jesuítas e depositados na Real Academia de Ciências de Portugal. De lá para cá, os profissionais das ciências agrárias trilharam progressivamente o inevitável caminho da especialização e vêm, ao longo dos anos, elaborando compêndios de reconhecido valor didático, que cobrem áreas de importância no cenário agrícola nacional. Estão hoje disponíveis manuais de fitopatologia, entomologia, olericultura, fruticultura, plantas ornamentais, adubação, fisiologia vegetal, entre outros, bem como monografias sobre dezenas de espécies botânicas cultivadas, primeiramente adotados pelas escolas de Agronomia distribuídas país afora.

Esta obra, a nosso juízo, apresenta características de um resgate, enfocando a agricultura de modo abrangente e oferecendo uma visão panorâmica da multifacetada profissão de engenheiro agrônomo. Ademais, tem o cuidado de abordar as diversas correntes ligadas aos sistemas de produção, estimulando questionamentos, discutindo paradigmas e bases tecnológicas, por vezes conflitantes, mas que certamente configuram grandes desafios para os atuais e futuros agentes responsáveis pelo planejamento e pela assistência, em numerosos *fronts* das lidas campesinas.

Foi possível convocar, para participarem nesta obra, uma plêiade de autores de relevo em seus respectivos campos de atuação, assim atendendo ao caráter transdisciplinar que responde pelo perfil do texto e que claramente se prende ao histórico do *campus* do então km 47 da antiga estrada Rio-São Paulo, agora município de Seropédica-RJ. Reporta-nos à criação do CNEPA (Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas), na época pertencente ao Ministério da Agricultura, e que era constituído pelos Institutos de Ecologia e Experimentação Agrícola, de Zootecnia e de Biologia (Saúde) Animal, vizinhos e parceiros da Universidade Rural do Brasil, com sua pioneira e famosa ENA (Escola Nacional de Agronomia). Paulatinamente, o CNEPA foi fragmentado, daí surgindo a Embrapa Agrobiologia e a Pesagro-Rio, empresas de pesquisa sediadas no local. A universidade, passando a denominar-se Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, migrou para a tutela do Ministério de Educação e Cultura, vindo a experimentar vigoroso processo de expansão, de tal modo a já reunir diferentes cursos de graduação.

O vastíssimo escopo da agricultura não cabe, mesmo que de forma sintetizada, em um único volume. Fica, portanto, a esperança de que o colega e amigo Antonio Carlos de Souza Abboud dê continuidade a seu louvável esforço de edição, presenteando-nos com um, ou mais de um, tomo complementar, que apresente outras culturas e modelos produtivos, também de destaque no Brasil Rural, a par de aspectos concernentes à pecuária e sua integração nos agroecossistemas.

Fica, por outro lado, a mais absoluta certeza de que esta *Introdução à Agronomia* será um referencial de leitura e estudos, principalmente endereçado ao enorme contingente de alunos, tanto de nível superior quanto do ensino médio profissionalizante, que despertará vocações e contribuirá para o recrutamento de candidatos, por todo o território nacional, em prol da maravilhosa, ainda carente e extremamente requisitada carreira de engenharia agrônoma.

Raul de Lucena Duarte Ribeiro
Engenheiro agrônomo
Professor emérito da UFRRJ

Introdução



CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ideia de realizar esta obra surgiu em 1994, juntamente com a criação da disciplina Introdução à Agronomia para o curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. Essa disciplina, inicialmente de caráter optativo e ministrada semestralmente, tinha a finalidade de estimular e orientar estudantes de primeiro ano, promovendo um contato inicial com temas que iriam estudar mais à frente, na fase profissionalizante do curso. De fato, os alunos – que, até então, apenas cursavam disciplinas básicas, de caráter generalista – apenas a partir do quarto ou quinto período eram expostos a assuntos diretamente ligados à sua futura profissão. No ano de 1998, essa disciplina tornou-se obrigatória em âmbito nacional, por determinação de normas curriculares do MEC.

Por opção do grupo de docentes que a criou e para atender à demanda dos discentes que a vinham reivindicando há vários anos, a disciplina foi concebida em aulas prático-expositivas, ministradas por corpo docente multidisciplinar – formato que exigia grande esforço de coordenação. A cada período, o coordenador tinha o complexo trabalho de agendar horários com os diversos docentes provenientes

de vários departamentos de toda a UFRRJ (aproximadamente 20 por semestre) em diferentes locais, além de planejar e viabilizar excursões técnicas, que foram, durante anos, o ponto forte dessa disciplina.

A grande dificuldade que enfrentamos durante esses anos foi a carência de material didático em linguagem e conteúdo compatíveis com nossos jovens ingressantes. O material didático era geralmente retirado de capítulos iniciais de livros de diferentes temáticas. Esses textos, por demais especializados e técnicos, com linguagem desnecessariamente detalhada para nosso fim, acabavam por se tornarem desconexos, atrapalhando o aprendizado dos calouros. Na verdade, eles foram elaborados para atender a um público com formação de base já sedimentada. O resultado era uma dificuldade imensa por parte dos alunos em conceberem, naquele período inicial, a real dimensão da profissão e a descoberta da vocação, o que certamente constituía-se numa das causas da elevada evasão do curso.

Para quase todas as profissões, há compêndios básicos, usados por alunos recém-ingressos como livros-texto. Servem para ligar de forma simples e lógica os conhecimentos de base para posterior aprofundamento nas disciplinas de meio e fim de um curso de formação. Na Agronomia isso não existia ainda.

Esperamos que este livro didático cumpra sua missão de estimular graduandos do primeiro ano de Agronomia a perseguirem a carreira, de mostrar-lhes, em linguagem simples, os encantos desta bela profissão. Nele, os princípios básicos da complexa ciência agrônômica estarão dispostos em capítulos e integrados de forma analítica, de modo que os leitores possam entendê-los e, futuramente, dominar a geração de novas tecnologias, de forma criativa, ética e altruísta, com responsabilidade ambiental e compromisso social. Esperamos também que sua utilização ultrapasse os limites da UFRRJ, para que dele possam se servir os calouros de outras escolas de Agronomia do Brasil.



Jardim central do Instituto de Agronomia da UFRRJ

Antonio C. S. Abboud
Engenheiro agrônomo
Diretor do Instituto de Agronomia da UFRRJ

Sumário

Autores	v
Apresentação	xvii
Prefácio	xix
Introdução	xxi
Capítulo 1 Profissão: agrônomo.....	1
1.1 Uma profissão eclética	3
1.2 As (velhas e novas) atribuições do engenheiro agrônomo	3
1.3 Nosso compromisso com o meio ambiente	6
1.4 Valores éticos e ambientais	10
1.5 A Revolução Verde	11
1.6 Revolução Verde, o retorno? Ou: a promessa das plantas geneticamente modificadas	14
Capítulo 2 Agricultura: origens e panorama atual.....	19
2.1 Origens da agricultura	21
2.1.1 Domesticação das plantas	22
2.1.2 Domesticação de animais	24
2.1.3 O agricultor primitivo.....	25
2.1.4 Adubos e adubação.....	26
2.1.5 Mudanças climáticas e agricultura primitiva.....	27
2.1.6 Chinampas	27
2.1.7 Agricultura e civilização	28
2.2 Agricultura: uma atividade complexa.....	29
2.3 Transgenia vegetal	31
2.3.1 Do melhoramento genético tradicional à transgênese	32
2.3.2 Tecnologia microscópica e estudos da hereditariedade.....	34
2.3.3 Novos organismos e tecnologias nos estudos da natureza química dos genes	35

2.3.4	A complexa organização e expressão do genoma vegetal	37
2.3.5	Processos naturais que geram biodiversidade	38
2.3.6	Mutações induzidas e transgenia para o melhoramento vegetal	40
2.3.7	A inserção do DNA transformante na célula vegetal	42
2.3.8	O controle da expressão gênica em plantas	43
2.3.9	O cultivo das plantas transgênicas no Brasil	44
2.3.10	Um desafio para a humanidade	46
2.4	Panorama da agricultura brasileira	47
2.4.1	Estrutura fundiária	48
2.4.2	Ocupação da terra	49
2.4.3	Área plantada com lavouras	50
2.4.4	Produção	59
2.4.5	Valor da produção	60
2.4.6	Brasil no <i>ranking</i> mundial	62
Capítulo 3 Agronegócio e meio ambiente		69
3.1	O agronegócio brasileiro	71
3.1.1	O motor do Brasil	72
3.1.2	Fatores econômicos e sociais	72
3.1.3	Energia e o agronegócio	73
3.1.4	Fertilizantes	76
3.1.5	Cereais e outros grãos	77
3.1.6	Carnes e ovos	78
3.1.7	Laranja e outras frutas	80
3.1.8	Exportações e importações	80
3.1.9	Impacto no meio ambiente	81
3.1.10	Inspeção, barreiras sanitárias e comerciais	82
3.1.11	Pesquisa, desenvolvimento e formação de recursos humanos	84
3.1.12	Desafios	84
3.2	A agricultura brasileira no contexto da mudança global do clima	87
3.2.1	Evolução do clima da Terra: causas naturais e antrópicas	87
3.2.2	Alterações no clima global decorrentes do efeito estufa	89
3.2.3	Variabilidade climática e mudança climática	89
3.2.4	A Revolução Industrial e a mudança global do clima	89
3.2.5	Evolução histórica da temperatura da atmosfera, da concentração dos gases e do nível dos mares	90
3.2.6	Contribuição dos diversos setores para o aumento das emissões	91
3.2.7	A política da mudança climática	96
3.2.8	Para mitigar o efeito estufa	98

Capítulo 4 O agroecossistema e seus componentes	101
Os agroecossistemas.....	103
Parte 1 As plantas.....	105
As plantas nos agroecossistemas.....	107
4.1 Revendo conceitos botânicos: anatomia e morfologia	108
4.1.1 Histologia das plantas	111
4.1.2 Órgãos vegetais	117
4.1.3 Nomenclatura	122
4.2 Recursos genéticos vegetais	124
4.2.1 O início da agricultura e os caminhos das sementes.....	125
4.2.2 Os centros de origem e de diversidade das plantas cultivadas	126
4.2.3 Origens, recursos genéticos e melhoramento de plantas	132
4.2.4 A dispersão de espécies de importância agrícola: o caso da batata	133
4.2.5 Origem e a dispersão das plantas: área interdisciplinar.....	137
4.3 Propagação assexuada das plantas	138
4.3.1 Hormônios vegetais.....	148
4.3.2 Morfogênese das plantas	149
4.3.3 Tropismos	151
4.3.4 Dominância apical	152
4.3.5 Fotomorfogênese	153
4.4 Reprodução sexuada das plantas.....	155
4.4.1 Morfologias internas e externas de sementes.....	156
4.4.2 Desenvolvimento e maturação das sementes.....	158
4.4.3 Germinação das sementes	160
4.4.4 Vigor: uma característica complexa	164
4.4.5 Dormência	165
4.5 Produção de sementes certificadas.....	168
4.6 As plantas como produtoras primárias.....	173
4.7 Nutrição mineral das plantas.....	182
Parte 2 O solo.....	193
O solo e sua função nos agroecossistemas.....	195
4.8 O que é solo.....	195
4.9 Origem do solo e fatores de formação.....	197
4.10 Mecanismos de formação dos solos	197
4.11 Conceito de perfil do solo.....	200
4.12 Os constituintes do solo.....	202
4.12.1 Fase sólida.....	203
4.12.2 Fase gasosa	207
4.12.3 Fase líquida	208

4.13	Matéria orgânica do solo.....	208
4.14	Fertilidade do solo	209
4.14.1	Os nutrientes essenciais	209
4.15	Outros fatores que afetam a produtividade.....	212
4.15.1	Fatores edáficos.....	213
4.15.2	Fatores climáticos	214
4.15.3	Espécie vegetal.....	214
4.16	Ciclo dos macronutrientes.....	214
4.16.1	Ciclo do nitrogênio	214
4.16.2	Ciclo do fósforo.....	218
4.16.3	Ciclo do potássio	220
4.16.4	Ciclo do enxofre.....	221
4.16.5	Cálcio e magnésio.....	222
4.17	Micronutrientes	223
4.18	Amostragem e análise de solo para avaliação da fertilidade	225
4.18.1	Procedimentos para uma correta amostragem do solo	226
4.18.2	Equipamentos para a amostragem de solos.....	227
4.18.3	Coleta das amostras.....	228
4.19	Elementos tóxicos	229
4.19.1	Alumínio, acidez dos solos e necessidade de calagem	229
4.19.2	Redução da acidez do solo pelo calcário	230
4.20	Estratégias de adubação	231
4.21	Conservação do solo e da água.....	232
4.22	Planejamento conservacionista.....	232
4.22.1	Princípios básicos	233
4.23	Práticas conservacionistas	233
Parte 3	Fitopatossistemas	239
	Fitopatógenos e ecossistemas	241
4.24	Doenças de plantas.....	243
4.25	Principais agentes fitopatogênicos.....	244
4.25.1	Fungos e principais espécies fitopatogênicas	244
4.25.2	Bactérias e principais espécies fitopatogênicas	249
4.25.3	Vírus e principais exemplares fitopatogênicos	252
4.25.4	Nematoides e principais exemplares fitopatogênicos	254
4.26	Diagnose em doenças de plantas.....	255
4.27	Desenvolvimento de doenças infecciosas	258
4.27.1	Patógenos associados a doenças de órgãos subterrâneos	259
4.27.2	Patógenos associados a doenças de parte aérea	260

4.28 Ambiente x doenças	262
4.29 Ciclo básico de doença ou monociclo	263
4.29.1 Modelo de ciclo de doença causada por patógenos de solo	265
4.29.2 Modelo de ciclo de doença causada por patógenos de parte aérea	267
4.30 Epidemiologia	269
4.30.1 Entendendo a evolução de uma epidemia	272
4.30.2 Representando a evolução de uma epidemia	275
4.31 Controle de doenças de plantas	278
4.31.1 Princípios gerais e medidas de controle	279
Parte 4 Os insetos	287
Os insetos e a agricultura	289
4.32 Posição taxonômica e caracterização dos insetos	289
4.33 A diversidade de espécies de insetos	291
4.34 História evolutiva dos insetos	293
4.35 A chave do sucesso evolutivo dos insetos	295
4.36 Os papéis dos insetos na natureza e nos agroecossistemas	300
4.37 As pragas das lavouras	303
4.38 Insetos úteis	308
4.38.1 Insetos parasitoides e predadores	309
4.38.2 Insetos polinizadores	314
4.38.3 Insetos decompositores	326
4.39 Métodos de controle de pragas agrícolas	333
4.39.1 Medidas preventivas	333
4.39.2 Medidas de controle previstas na legislação	343
4.39.3 Medidas curativas	343
Capítulo 5 Sistemas de produção agrícola	357
A produção de alimentos	359
Parte 1 As principais lavouras	361
A arte de cultivar	363
5.1 As grandes culturas	364
5.1.1 Mandioca	365
5.1.2 Feijão	377
5.1.3 Milho	395
5.1.4 Café	407
5.1.5 Soja	421
5.2 Olericultura	438
5.2.1 A arte de produzir hortaliças	438

5.2.2	Breve histórico do cultivo de hortaliças no Brasil	440
5.2.3	Situação atual e alguns segmentos do setor	442
5.2.4	Algumas dificuldades e peculiaridades do setor	448
5.2.5	Tendências do mercado de hortaliças	450
5.2.6	Principais estados produtores	453
5.3	Fruticultura	455
5.3.1	O país das frutas	455
5.3.2	Aspectos mercadológicos	456
5.3.3	A produção brasileira	460
5.3.4	O consumo de frutas	464
	Sua majestade, a banana	466
5.4	Plantas medicinais.....	467
5.4.1	Os princípios ativos.....	468
5.4.2	Importância da nomenclatura.....	469
5.4.3	A (in)eficiência das plantas medicinais	471
5.4.4	Biopirataria	472
5.4.5	As plantas medicinais na legislação brasileira.....	472
5.5	Além da lavoura – pós-colheita de produtos perecíveis	474
5.5.1	Perdas pós-colheita de produtos perecíveis	475
5.5.2	Qualidade do produto e ponto de colheita	476
5.5.3	Conservação e armazenamento de produtos perecíveis.....	479
5.5.4	Armazenamento misto e compatibilidade entre os produtos	485
5.6	Cultivo protegido e hidropônico de plantas.....	486
5.6.1	Sistemas protegidos	487
5.6.2	Hidroponia: cultivo sem solo	492
Parte 2 Engenharia para a agricultura		499
	A transformação da agricultura	501
5.7	Energia na agricultura	502
5.7.1	Consumo de energia pelo homem ao longo de sua história	503
5.7.2	Energia e meio ambiente	504
5.7.3	Consumo de energia no mundo	505
5.7.4	Impactos da energia na produção de alimentos	507
5.7.5	Alimentos e dependência energética.....	509
5.7.6	Sistema integrado de produção de energia e alimentos.....	510
5.7.7	Classificação das fontes de energia	511
5.8	Irrigação	521
5.8.1	Histórico da irrigação	521
5.8.2	Sistemas de irrigação	523
5.8.3	Seleção de sistema de irrigação.....	528

5.8.4	Desafios da agricultura irrigada no Brasil	529
5.8.5	Drenagem	529
5.8.6	Classificação da drenagem agrícola	530
5.8.7	Principais problemas causados pelo excesso de água	533
5.8.8	Profundidade ótima do lençol freático para cada cultura	534
5.8.9	Práticas agrícolas em solos mal drenados	535
5.8.10	Permeabilidade dos solos.....	535
5.8.11	Salinidade dos solos.....	536
5.8.12	Água freática e lençol freático.....	537
5.8.13	Sistemas de drenagem	538
5.8.1	Implantação de redes de drenagem.....	538
5.8.15	Mecanização agrícola	542
5.8.16	Máquinas agrícolas	544
5.8.17	Máquinas para a aplicação de fitossanitários.....	552
5.8.18	Máquinas para semeadura, plantio e adubação	556
5.8.19	Máquinas para colheita de grãos	557
5.9	Agricultura de precisão	559
5.10	Pré-processamento e armazenamento de grãos	564

Capítulo 6 Novas tendências 573

6.1	Conceitos antigos em nova roupagem.....	575
6.2	Agricultura orgânica	576
6.2	Conversão.....	580
6.4	Avaliação da conformidade orgânica	581
6.5	Principais aspectos da produção orgânica vegetal	583
6.5.1	Manejo do solo.....	584
6.5.2	Manejo das culturas.....	588
6.5.3	Segurança alimentar	591
6.5.4	Integração lavoura-pecuária	592
6.6	Boas Práticas Agrícolas	596
6.7	A segurança dos alimentos começa no campo.....	597
6.8	Aplicações do geoprocessamento na agricultura	601

