

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

# BIOTECNOLOGIA

## estado da arte e aplicações na agropecuária

### **Editores Técnicos**

Fábio Gelape Faleiro

Solange Rocha Monteiro de Andrade

Fábio Bueno dos Reis Junior

Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W3 Norte (final)

70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3448-4236

Fax: (61) 3448-2494

vendas@sct.embrapa.br

www.embrapa.br/liv

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 – Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898 – Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

**Coordenação editorial**

Jussara Flores de Oliveira

**Revisão de texto**

Francisca Elijani do Nascimento

Jussara Flores de Oliveira

**Normalização bibliográfica**

Marilaine Schaun Pelufê

Paloma Guimarães Correa de Oliveira

Shirley da Luz Soares Araújo

**Capa, projeto gráfico e diagramação**

Fabiano Bastos

**Tratamento de figuras**

Wellington Cavalcanti

**Fotos**

Embrapa Cerrados

**1ª edição**

1ª impressão (2011): 2.000 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 Cerrados**

---

B616 Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária / editores técnicos:  
Fábio Gelape Faleiro, Solange Rocha Monteiro de Andrade. – Planaltina, DF :  
Embrapa Cerrados, 2011.  
730 p. : il.

ISBN 978-85-7075-059-4

1. Engenharia genética. 2. Planta transgênica. 3. Organismo transgênico. 4.  
Melhoramento genético. I. Faleiro, Fábio Gelape. II. Andrade, Solange Rocha  
Monteiro de. 631.5233 - CDD 21

---

© Embrapa 2011

# Sumário



11	Apresentação
13	<b>Capítulo 1</b> – Biotecnologia: uma visão geral
31	<b>Capítulo 2</b> – Princípio científico e análises genéticas utilizando marcadores moleculares
55	<b>Capítulo 3</b> – Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal
121	<b>Capítulo 4</b> – Prospecção gênica e bioinformática
143	<b>Capítulo 5</b> – Genômica funcional
175	<b>Capítulo 6</b> – Metagenômica: princípios e aplicações
195	<b>Capítulo 7</b> – Biotecnologia e diagnósticos moleculares
219	<b>Capítulo 8</b> – Microbiologia do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas
247	<b>Capítulo 9</b> – Fixação biológica de nitrogênio: uma revolução na agricultura

- 283 **Capítulo 10** – Fungos micorrízicos arbusculares:  
pesquisa e desenvolvimento para a agricultura
- 321 **Capítulo 11** – Biotecnologia aplicada  
à engenharia de alimentos
- 355 **Capítulo 12** – Interações  
moleculares planta-patógeno
- 379 **Capítulo 13** – Controle biológico  
de insetos-praga
- 409 **Capítulo 14** – Cultura de tecidos  
vegetais: princípios e aplicações
- 435 **Capítulo 15** – Engenharia genética:  
princípios científicos e aplicações
- 469 **Capítulo 16** – Biossegurança  
ambiental e alimentar de OGMs
- 511 **Capítulo 17** – Recursos genéticos:  
conservação, caracterização e uso
- 551 **Capítulo 18** – Melhoramento genético  
de plantas e biotecnologia
- 567 **Capítulo 19** – Análise genômica  
aplicada a produção animal
- 653 **Capítulo 20** – Biotecnologia  
aplicada a pecuária bovina
- 709 **Capítulo 21** – Biotecnologia agropecuária  
e propriedade intelectual

# Apresentação

A biotecnologia é hoje uma das ferramentas de grande importância para propiciar benefícios a diferentes setores da sociedade. No caso da agropecuária, ações de pesquisa e desenvolvimento na área biotecnológica são fundamentais para o desenvolvimento de sistemas mais produtivos e sustentáveis. A biotecnologia envolve várias áreas do conhecimento e, em consequência, vários profissionais, sendo uma ciência de natureza multidisciplinar.

As várias técnicas relacionadas à biotecnologia têm trazido, via de regra, benefícios para a sociedade, sendo exemplos, as fermentações industriais na produção de vinhos, cervejas, pães, queijos e vinagres; a produção de fármacos, vacinas, antibióticos e vitaminas; a utilização de biofungicidas no controle biológico de pragas e doenças; o uso de microrganismos visando a biodegradação de lixo e esgoto; o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos para a melhoria de produtividade das plantas; o desenvolvimento de plantas e animais melhorados utilizando técnicas convencionais de melhoramento genético e também a transformação genética.

Neste livro, estas várias técnicas são discutidas por vários especialistas da Embrapa Cerrados e instituições parceiras, sendo um material didático importante para dar uma idéia geral da biotecnologia, incluindo aspectos conceituais, sua importância histórica e atual e também sua importância futura, considerando toda sua potencialidade e o que ainda vai ser descoberto.

José Roberto Rodrigues Peres  
*Chefe-Geral da Embrapa Cerrados*

# Capítulo 1



# Biotecnologia: uma visão geral

*Fábio Gelape Faleiro*

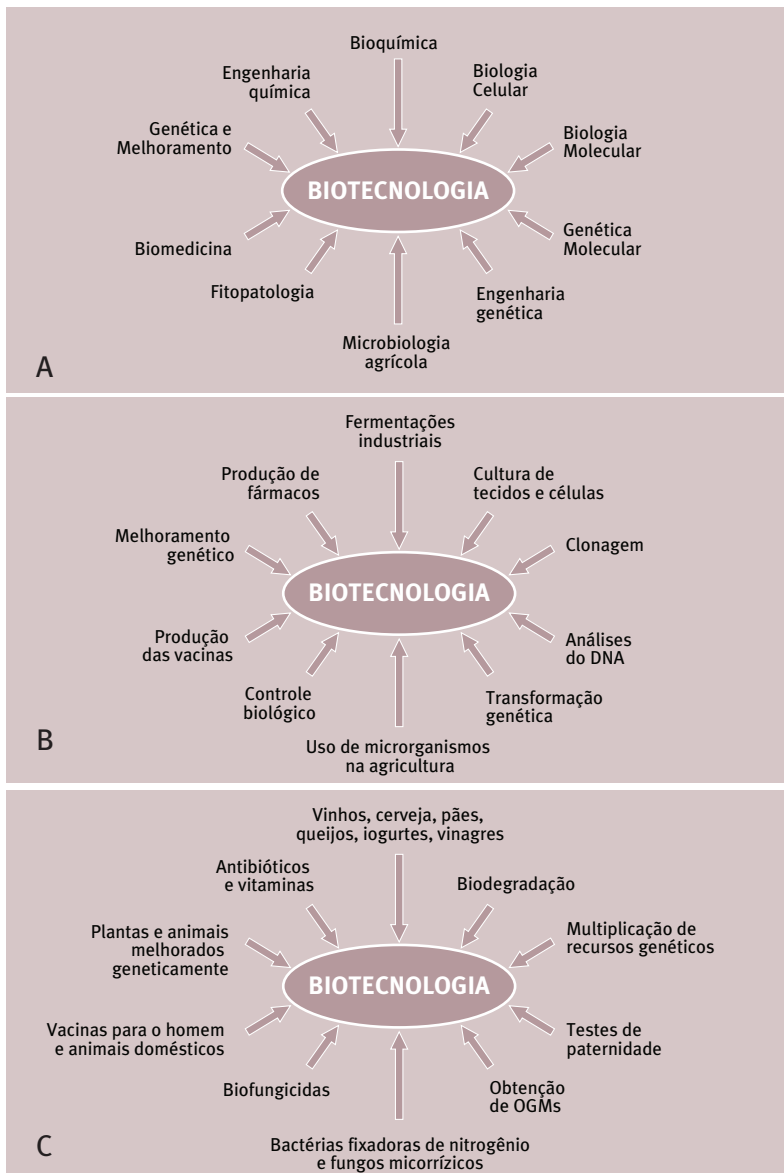
*Solange Rocha Monteiro de Andrade*

A Biotecnologia – conceitualmente, a união de biologia com tecnologia – é um conjunto de técnicas que utiliza os seres vivos, ou partes desses, no desenvolvimento de processos e produtos que tenham uma função econômica e (ou) social. A biotecnologia envolve várias áreas do conhecimento e, em consequência, vários profissionais, sendo uma ciência de natureza multidisciplinar. Na Figura 1A, ilustram-se algumas áreas do conhecimento com interface com a biotecnologia.

As várias técnicas relacionadas à biotecnologia (Figura 1B) têm trazido, via de regra, benefícios para a sociedade (Figura 1C). Podemos citar como exemplos as fermentações industriais na produção de vinhos, cervejas, pães, queijos e vinagres; a produção de fármacos, vacinas, antibióticos e vitaminas; a utilização de biofungicidas no controle biológico de pragas e doenças; o uso de microrganismos visando à biodegradação de lixo e esgoto; o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos para a melhoria de produtividade das plantas; o desenvolvimento de plantas e animais melhorados utilizando técnicas convencionais de melhoramento genético e também a transformação genética.

Neste capítulo, é apresentada uma visão geral da biotecnologia, abordando aspectos conceituais e históricos da biotecnologia clássica e moderna e fazendo um breve relato das principais técnicas e produtos biotecnológicos e seus benefícios econômicos, sociais e ambientais.





**Figura 1.** Principais disciplinas (A), técnicas (B) e produtos (C) relacionados à biotecnologia.