

Guia do



Tecnologia do campo à mesa



Conselho de
Informações sobre
Biotecnologia

Índice

• Um pouco de história	4
• Origem	4
• Domesticação – Ação do homem	5
• Genética Clássica	6
• Milho híbrido	6
• Biotecnologia	7
• Presente e futuro	7
• Benefícios	8
• Segurança Ambiental	9
• Fluxo Gênico	9
• Segurança Alimentar	10
• Testes e avaliações	10
• Micotoxinas	10
• No Brasil	11
• Aprovações	11
• Potencial brasileiro	12
• Milho transgênico no mundo	13
• Milho e seus derivados	14
• Alimentação humana	14
• Alimentação animal	15



O Conselho de Informações sobre Biotecnologia (www.cib.org.br) é uma organização não-governamental e uma associação civil sem fins lucrativos e sem nenhuma conotação político-partidária ou ideológica. Seu objetivo básico é divulgar informações técnico-científicas sobre a Biotecnologia e seus benefícios, aumentando a familiaridade de todos os setores da sociedade com o tema.

EXPEDIENTE

Coordenadora Geral:	Alda Lerayer
Editor Executivo:	Antonio Celso Villari
Redação:	Débora Marques
Consultores Técnicos:	William da Silva – Unicamp Ernesto Paterniani – Esalq/USP Leonardo Sologuren – Céleres Luciana Di Ciero – Esalq/USP
Apoio Operacional:	Jacqueline Ambrosio Frederico Franz Renata Loreta
Projeto Gráfico:	Sérgio Brito
Imagens:	Agência Estado / Arquivo CIB



Tecnologia do campo à mesa



Devido à importância da cultura do milho na economia mundial – e ao enorme potencial de crescimento do Brasil nesse campo –, o Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB) oferece à sociedade este guia, que resume os principais avanços técnico-científicos desenvolvidos neste cereal, desde o seu surgimento até a Biotecnologia, passando por questões importantes como segurança ambiental e alimentar.

A mais antiga espiga de milho conhecida é datada de 7.000 a.C. Com o passar dos anos, o alto nível de domesticação e o melhoramento genético tornaram a planta completamente dependente da ação do homem.

A aplicação da Biotecnologia no desenvolvimento de novas cultivares é uma grande aliada do melhoramento genético, propiciando benefícios diretos a agricultores e consumidores.

Atualmente, em muitos países, grandes e pequenos produtores usufruem dos benefícios do milho desenvolvido pela Biotecnologia – também chamado de geneticamente modificado (GM) – e apresentam maior competitividade, principalmente considerando a diminuição do número de aplicações de agroquímicos e a melhoria da qualidade do produto colhido. A Biotecnologia pode ser utilizada para o desenvolvimento de variedades resistentes a pragas e tolerantes a herbicidas ou que proporcionem melhor aproveitamento de água e nutrientes. Um dos exemplos particularmente importante para os agricultores do Brasil é o emprego do milho resistente à lagarta-do-cartucho, utilizado em outros países e, futuramente, o milho tolerante à seca, que poderá evitar quebras de safra em anos pouco chuvosos, auxiliando na utilização mais eficiente da água disponível.

Boa leitura!

Origem

O milho é uma espécie da família das gramíneas, sendo o único cereal nativo do Novo Mundo. É o terceiro cereal mais cultivado no planeta. A cultura está espalhada numa vasta região do globo, em altitudes que vão desde o nível do mar até 3 mil metros.

Este cereal não é nativo do Brasil e, assim, é importante ressaltar que não somos o centro de origem dessa cultura, como, equivocadamente, muitos podem imaginar. Apenas o México e a Guatemala são considerados países que deram origem ao milho que conhecemos hoje.

A mais antiga espiga de milho foi encontrada no vale do Tehucan, na região onde hoje se localiza o México, datada de 7.000 a.C. O Teosinte ou “alimento dos deuses”, como era chamado pelos povos pré-colombianos, deu origem ao milho por meio de um processo de seleção artificial (feito pelo homem). O Teosinte ainda é encontrado na América Central.

Ao longo do tempo, o homem promoveu uma crescente domesticação do milho por meio da seleção visual no campo, considerando importantes características, tais como produtividade, resistência a doenças e capacidade de adaptação, dentre outras, dando origem às variedades hoje conhecidas.



O Teosinte tem sido apontado por trabalhos científicos como o parente mais próximo do milho

Por sua importância na economia mundial, o milho já foi objeto de estudo de destacados cientistas, resultando em milhares de trabalhos científicos, e, atualmente, é um dos principais temas pesquisados pela Genética e Biotecnologia

Saiba também que...

- O milho descende do ancestral conhecido como Teosinte, que é uma gramínea com várias espigas sem sabugo, até hoje encontrado em lavouras de milho na América Central. Pode cruzar naturalmente com o milho e produzir descendentes férteis.
- Esses cruzamentos com o Teosinte não agradam aos pequenos agricultores que cultivam variedades locais, pois resultam em plantas de baixa produtividade na geração seguinte.
- Depois do Teosinte, outro parente geneticamente mais distante do milho encontrado em vários países da América Latina, inclusive no Brasil, é o gênero *Tripsacum*, conhecido no País como Capim Guatemala. Ao contrário do Teosinte, milho e *Tripsacum* não se cruzam na natureza em função das diferenças genéticas significativas entre as duas espécies.



Domesticação – Ação do homem

A partir da gramínea Teosinte, na região hoje ocupada pelo México, o homem foi selecionando variações genéticas naturais, que, gradativamente, deram origem ao milho domesticado. Inicialmente, os grãos eram expostos fora da palha, formando um sabugo, parecido com a forma que conhecemos atualmente. Essa estrutura, que reteve os grãos e os organizou em pequenos pares de fileiras, atraiu os nativos antecessores dos astecas.

Mais tarde, esses nativos, por meio de um processo de seleção natural, escolhiam as espigas mais fáceis de serem colhidas e armazenadas. Isso levou, naturalmente, à redução do número de espigas por planta e ao aumento do número de fileiras de grãos no comprimento das espigas, que se tornaram maiores.

Com o tempo, eram colhidas as plantas mais vigorosas, produtivas e de maior qualidade. Essas variações mais “fortes”, juntamente com a seleção natural, contribuíram para o surgimento de variedades com capacidade de adaptação em altas e baixas altitudes, como é o relevo da América Central.

A domesticação do milho, realizada por indígenas americanos, foi tão intensa que o milho atualmente não sobrevive no campo sem a participação do homem



A imagem dá uma ideia clara de alterações importantes que ocorreram ao longo da domesticação do milho, que passou de uma gramínea com espigas de poucos grãos cobertos com uma casca dura (Teosinte, à esquerda) até o milho moderno (à direita) com grãos maiores descobertos e presos ao sabugo, o que não ocorre no ancestral selvagem

Vale saber também que:

- Já na época do descobrimento das Américas, o milho era o alimento base de todas as civilizações do continente. Das mais de 300 raças de milho identificadas no mundo, praticamente todas tiveram sua origem direta ou indireta nos trabalhos pioneiros dessas civilizações pré-colombianas.
- Em 1493, quando retornou à Europa, Cristóvão Colombo levou consigo variedades de grãos de milho. No final do século seguinte, o milho já se encontrava estabelecido em todos os continentes, nos mais variados ambientes e climas.

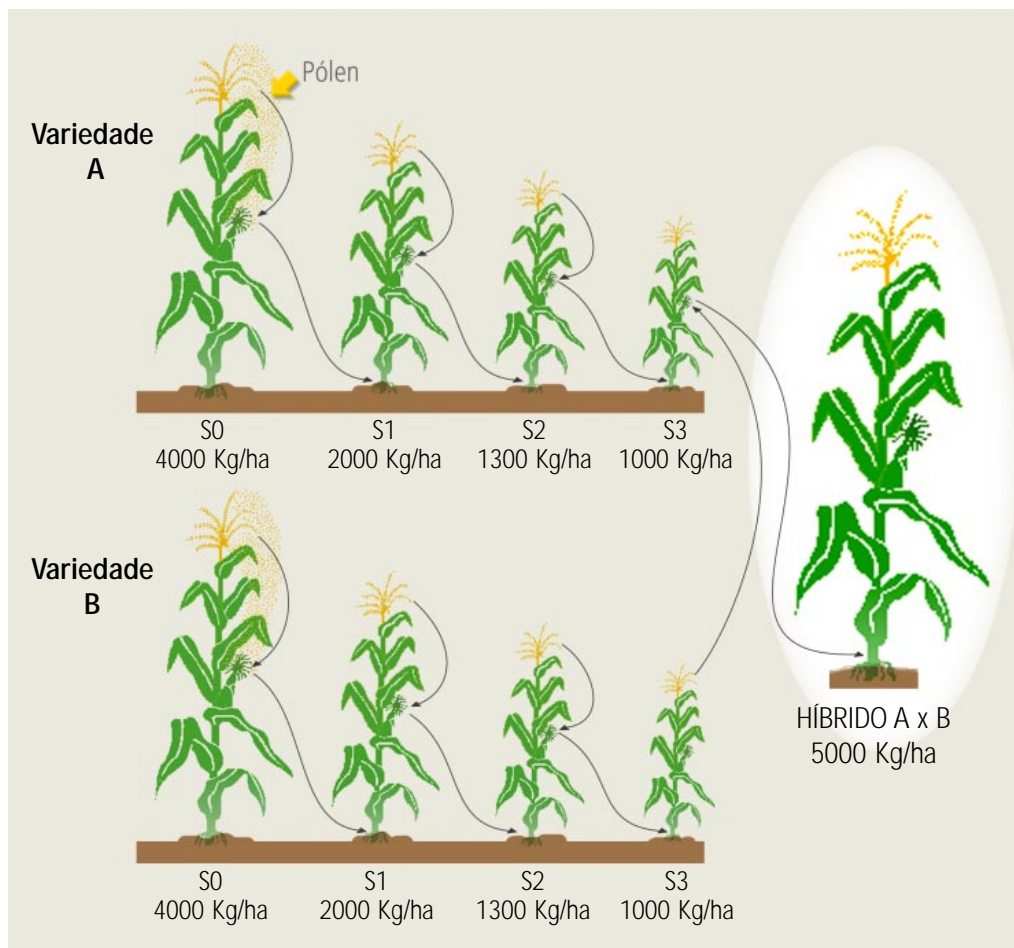


A Genética Clássica no desenvolvimento do milho

A partir do início do século XX, vários programas de melhoramento genético usando bases científicas foram iniciados.

O desenvolvimento de linhas puras, ou linhagens, oriundas do processo de autofecundação (pólen da planta fecundando a si própria) das plantas de milho por várias gerações, e do vigor híbrido, ou heterose – resultante do cruzamento dessas linhagens –, foram os responsáveis pelo impulso que o melhoramento genético convencional tomou no início do século passado.

Esse conhecimento permitiu que os programas de melhoramento conseguissem introduzir novas características ao milho como resistência a doenças e pragas, maior proteção dos grãos por meio do melhor empalhamento, maior resposta às práticas de manejo, melhor qualidade nutricional e menor tombamento e quebraimento de plantas. Esse conjunto de melhorias – cuja participação de pesquisadores brasileiros foi de extrema importância – fez com que o milho se adaptasse a diferentes regiões, condições de clima, solo e finalidade de uso.



Técnica para obtenção de linhagens puras de milho (S3) por autofecundação e de milho híbrido (A x B)

Os diferentes tipos de híbridos

1. O cruzamento de uma linha pura A com linha pura B dá origem à semente de um híbrido simples $A \times B$.
2. Um híbrido simples $A \times B$ cruzado com uma linha pura C dá origem a um híbrido triplo $(A \times B) \times C$.
3. O cruzamento de dois híbridos simples, $A \times B$ e $C \times D$, produz um híbrido duplo $(A \times B) \times (C \times D)$.

Milho híbrido

- Em 1909, o botânico e geneticista norte-americano George Harrison Shull criou o primeiro esquema para a produção de sementes híbridas de milho. Ele mostrou que, ao fecundar a planta com o próprio pólen (autofecundação), eram produzidos descendentes menos vigorosos. Repetindo o processo nas seis ou oito gerações seguintes, os descendentes, embora de menor vigor, fixavam características agrônomicas e econômicas importantes, como plantas saudias e uniformes. Por meio da seleção, esses descendentes tornavam-se semelhantes.

- As plantas que geravam filhos geneticamente semelhantes, e também iguais às mães, passaram a ser chamadas de linha pura. Shull notou que duas linhas puras diferentes ao serem cruzadas entre si produziam descendentes com grande vigor, chamado de vigor híbrido ou heterose, dando origem ao milho híbrido.

A contribuição da Biotecnologia para o desenvolvimento de novas cultivares

Após a descoberta da estrutura da molécula básica da vida, o DNA – e a revelação de que o código genético correspondente é universal –, os pesquisadores começaram a trabalhar, a partir da década de 70, com a possibilidade de adicionar características específicas por meio da transferência de genes de uma espécie para outra. Assim, uma planta pode ter a qualidade nutritiva aprimorada ou adquirir a resistência a uma praga, a tolerância a um herbicida ou a resistência à seca, ao frio, etc.

Surgia de fato a Biotecnologia como uma forte aliada aos programas de melhoramento convencional. A possibilidade de contribuir com benefícios no médio prazo ao consumidor – e, de imediato, um aumento de competitividade ao agronegócio, principalmente ao serem consideradas as adequações de custos –, fez com que pesquisadores de empresas públicas e privadas do setor, universidades e centros de pesquisas investissem nessa ciência. Recursos financeiros e humanos foram direcionados para a Biotecnologia como ferramenta de apoio aos programas de melhoramento. Com isso, ganha-se eficiência, pois o cientista pode introduzir uma característica de interesse sem modificar as demais existentes na planta receptora do novo gene.



Presente

- Até agora, a maior parte dos trabalhos com milho ligados à Biotecnologia envolve o controle de insetos e tolerância a herbicidas.
- Muitos desses genes são provenientes do *Bacillus thuringiensis* (Bt), um microrganismo encontrado no solo de várias regiões do Brasil. Essa bactéria tem sido usada como inseticida biológico, desde a década de 60, por meio da pulverização dos esporos sobre a lavoura. Ela não é tóxica para o homem, mas apenas para os insetos-praga, e é amplamente utilizada na agricultura orgânica.
- Diferentes genes Bt têm sido isolados e incorporados ao milho. Dentre eles, Cry1Ab, Cry1F e Cry1Ac, que produzem proteínas capazes de controlar a população de lagartas, como a mais destrutiva praga do milho, a lagarta-do-cartucho.
- **Com melhor controle de insetos que atacam as espigas, os grãos são menos danificados por fungos que produzem micotoxinas, substâncias cancerígenas causadoras de problemas sérios à saúde animal e humana.**
- Outros genes Bt, como o Cry34Ab1, Cry35Ab1 e Cry3Bb1, produzem proteínas que controlam larvas, como a larva-alfinete, que ataca as raízes.
- Genes que conferem às plantas tolerância aos herbicidas à base de glifosato, glufosinato e imidazolinona também têm sido amplamente pesquisados e inseridos em milho.
- **Em vários países já estão sendo cultivados híbridos de milho com genes combinados, como o de resistência à praga e o de tolerância a herbicidas** (ver tabela pág. 13).

Futuro

- Genes estão sendo incorporados ao cereal para aumentar a estabilidade e a produtividade das plantas de milho, por meio de tolerância à seca, à salinidade e a altos níveis de metais pesados.
- Estão em andamento pesquisas com genes que melhoram a qualidade nutritiva do grão, conferindo aumento do teor de aminoácidos essenciais, como o triptofano e das vitaminas C, E, ácido fólico e carotenóides. Além disso, estão em desenvolvimento grãos com a redução dos níveis de ácido sinapínico, que confere um sabor amargo ao grão.
- Também estão sendo produzidos grãos com fitase, que melhoram a utilização de fósforo na ração de suínos e aves, o que reduz a carga de fósforo (um poluidor ambiental) nos dejetos dos animais.
- Recentemente, os cientistas vêm trabalhando no isolamento de genes visando a formação de determinados amidos e o aumento do teor desta substância para a produção de novos plásticos a partir do milho.

Fonte: <http://www.gmo-compass.org/eng/home/>

Benefícios do milho GM

A aplicação da Biotecnologia no melhoramento genético do milho permite adicionar novas características à planta, dando origem a híbridos que apresentam vantagens competitivas em comparação com o cereal convencional. Em países como Estados Unidos, Canadá e Argentina, produtores vêm colhendo tais benefícios há muito tempo, já que há mais de 15 anos variedades GM estão sendo cultivadas e comercializadas nesses países.



O cientista transfere apenas os genes de interesse que expressam uma característica específica

Confira algumas das vantagens já conhecidas proporcionadas por diferentes cultivares de milho transgênico

- Maior rendimento por hectare – redução de perdas em razão da menor incidência de pragas
- Diminuição do número de aplicações de agroquímicos e, em consequência disso, economia de combustível nos equipamentos e redução na emissão de poluentes
- Baixa incidência de micotoxinas no milho resistente a pragas (substâncias tóxicas derivadas da contaminação da espiga por fungos) em comparação com híbridos convencionais
- Contribuição para o controle de plantas daninhas
- Redução no dano causado por insetos-pragas
- Melhoria do sistema radicular (raiz) do milho resistente a pragas do solo com consequente redução do tombamento das plantas

Refúgio

Caracteriza-se como refúgio uma área determinada de milho convencional em uma lavoura de milho Bt.

No caso específico dos milhos transgênicos resistentes a insetos liberados no Brasil, a recomendação técnica é para que a área de refúgio seja de 10% do total da área plantada com OGM. As áreas de refúgio permitem que insetos suscetíveis à ação da proteína Bt sobrevivam, se proliferem e cruzem com possíveis insetos resistentes à proteína, diminuindo o processo de seleção que poderia levar ao crescimento de uma população resistente.

Vale ressaltar que o refúgio é uma técnica usual na agricultura para qualquer tecnologia, independentemente de o cultivo ter sido obtido por melhoramento convencional ou por meio da biotecnologia.



Estudos científicos comprovam que essa separação, além de preservar a biodiversidade, é suficiente para que a presença adventícia (ocorrência não-intencional de cruzamentos de diferentes variedades) seja de 0,5%, nível aceito para plantas ainda não aprovadas na União Européia, que tem uma das regulamentações mais restritivas do mundo.

Fluxo Gênico

Trata-se da passagem do material genético de uma planta para outra por meio da dispersão do pólen ou polinização cruzada.

A dispersão do pólen de uma planta para outra e sua conseqüente fecundação vem sendo muito bem estudada pelos cientistas há muitos anos, em virtude do interesse pelo conhecimento dos efeitos de troca natural de genes entre as plantas e suas implicações em programas de melhoramentos.

São inúmeros os trabalhos científicos sobre fluxo gênico, alguns deles bem recentes desenvolvidos na Europa, nos Estados Unidos e em outros países, que comprovam a possibilidade de convivência de diferentes lavouras de milho convencionais, transgênicas e orgânicas, com isolamento espacial médio de 20 metros, dependendo do local de plantio.

Mas, vamos aos fatos:

- O fluxo gênico não é uma questão exclusiva dos transgênicos e tem sido estudado desde o início da produção de sementes híbridas de milho. Num campo de produção de híbridos, as sementes geradas têm a sua identidade claramente determinada e preservada. Isso é obtido por isolamento do campo de produção, de modo que o pólen de plantas da vizinhança não consiga fecundar plantas da área isolada. Até mesmo os índios já o praticavam há milhares de anos
- Nos EUA, maior produtor de milho do mundo, e no Brasil, o isolamento reprodutivo é feito por distâncias de 200 metros, em média.
- Agricultores de países localizados em regiões tropicais e subtropicais, como o Brasil, têm a vantagem de impedir o fluxo gênico usando não só distâncias mínimas entre as lavouras como também ao aplicar o isolamento temporal, ou seja, fazendo plantios com diferença de cerca de 30 dias da emergência de outro milho qualquer.
- Isso porque uma lavoura de milho floresce, em média, por um período de sete dias, dependendo, principalmente, da temperatura e da umidade relativa. E a viabilidade do grão de pólen, em média, é de 24 horas, variando de acordo com as condições ambientais.

Há muitos estudos sobre a dispersão de pólen e plantas GM?

Sim. O assunto é alvo de diversos estudos em todo o mundo, feitos por cientistas das mais importantes universidades. Um deles, realizado por Ma e colaboradores (2004), no Canadá, mostrou que, com o milho Bt, a taxa de dispersão depende da distância da fonte de pólen, da direção do vento e da coincidência da saída do pólen com a emissão das bonecas (inflorescência feminina do milho, formada pelo conjunto de estilo/estigma).

A porcentagem de cruzamento foi menor que 1% dentro de uma distância de 28 metros, na direção do vento, e de 10 metros, na direção oposta. Por isso, os autores recomendaram uma distância de 20 metros de plantas GM, bem como de parentes selvagens do cereal, para impedir a ocorrência de presença adventícia.

Regras para coexistência

No Brasil, para as liberações comerciais, conforme resolução normativa da CTNBio, de 16 de agosto de 2007, a distância entre lavouras vizinhas GM e convencionais de milho deve ser igual ou superior a 100 metros ou, alternativamente, 20 metros, desde que acrescida de bordadura com, no mínimo, dez fileiras de plantas de milho convencional de porte e ciclo vegetativo similar ao milho transgênico.

De acordo com a porcentagem de produto derivado de OGM permitida nos alimentos, alguns países têm atribuído uma determinada distância para permitir o isolamento de um OGM

dos correspondentes convencionais.

Para o milho, por exemplo, as distâncias recomendadas são de 50 metros na Suécia e 200 metros na Dinamarca. Na Espanha, os estudos de Messeger e colaboradores (2006) sugerem que uma distância de 20 metros entre o milho transgênico e o milho convencional mantém a presença adventícia abaixo de 0,9%. Usando parcelas maiores, simulando condição de lavoura, Weber e colaboradores (2006) confirmaram, na Alemanha, que nenhum valor acima de 0,9% de presença adventícia foi observado em distâncias entre 10 metros e 20 metros do OGM, em várias situações de campo.

Testes e avaliações

A análise de segurança do milho GM não é diferente de outros produtos derivados da aplicação da Biotecnologia. Cada um deles é extensivamente avaliado no que diz respeito à segurança alimentar, com base em protocolos reconhecidos internacionalmente por instituições de alta credibilidade, a exemplo da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Food and Agriculture Organization (FAO).

Individualmente, as cultivares de milho GM são submetidas a testes que vão considerar características como toxicidade, potencial alergênico e composição. As avaliações são realizadas em diferentes estágios, caso a caso, desde o início do desenvolvimento da planta em laboratório, seguido pela fase de experimentos em campo até a conclusão dos trabalhos. Ou seja: o produto só é colocado no mercado se for tão seguro quanto sua variedade convencional.

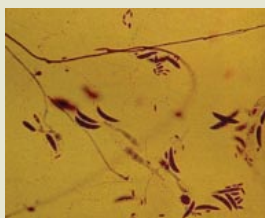
Vale ressaltar que o milho GM resistente a insetos é considerado seguro para o consumo humano e animal, pois é altamente específico para o inseto-alvo. Da mesma forma ocorre com o milho GM tolerante a herbicidas, cujo gene inserido também é específico para plantas e, portanto, não provoca nenhum efeito adverso no organismo animal ou humano.



Micotoxinas



Aspergillus



Fusarium



Amostra de milho contaminado com aflatoxina

O milho Bt se caracteriza pela inserção de um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), o que faz a planta produzir uma proteína tóxica para determinados insetos, reduzindo os ataques em até 90% e diminuindo, assim, a probabilidade de infecção por fungos. Pesquisas feitas no País e no exterior mostram que o milho Bt reduz a presença de micotoxinas quando comparado ao milho convencional.

As micotoxinas são substâncias resultantes do metabolismo dos fungos que crescem nos alimentos, quando em condições de umidade do produto, umidade relativa do ar e temperatura ambiente favoráveis. As mais conhecidas são as **aflatoxinas**, derivadas do *Aspergillus* – fungo que contamina o milho armazenado, muito comum no Brasil em razão do clima tropical –, e do *Fusarium*, que se desenvolve sobre milho, trigo e cevada, entre outras culturas. O *Fusarium* produz mais de 100 tipos de micotoxinas de diferentes toxicidades, sendo a **fumonisina** a mais comum e tóxica. De qualquer maneira, essas substâncias são danosas para o homem e para os animais, pois agem diretamente no fígado. Elas inibem a síntese de proteínas, causando queda no nível de anticorpos e enzimas e provocando lesões e hemorragias que podem levar ao câncer e à morte.

As principais condições que levam os fungos a produzir micotoxinas são a deficiência no armazenamento dos grãos (umidade e temperatura), a maior permanência das lavouras no campo e o ataque de insetos. No caso do milho, um dos cultivos mais afetados, o inseto perfura a espiga e abre caminho para que o fungo se instale e se desenvolva. Cerca de 50% do milho produzido no Brasil é contaminado por micotoxinas (Santurio e col., 1996).

Em que estágio estão as aprovações

A autorização para pesquisa e comercialização de plantas transgênicas é dada, no Brasil, pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) – www.ctnbio.gov.br –, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia. A entidade é responsável pela análise e aprovação de experimentos de plantas transgênicas no laboratório, em casa de vegetação e no campo. (Liberações comerciais estão aguardando pareceres técnicos da CTNBio).

É por intermédio desses estudos que instituições públicas e privadas coletam informações que demonstram a segurança ambiental e alimentar das plantas GM, caso a caso, e evidenciam que são tão seguras e nutritivas quanto as convencionais.

Essas informações dão subsídios para a CTNBio autorizar ou não o cultivo do produto no País.

Eventos aprovados pela CTNBio

Características adquiridas

- Tolerância a herbicidas
- Resistência a insetos
- Tolerância a herbicidas e resistência a insetos

Confira a lista atualizada dos eventos aprovados no Brasil e em pauta na CTNBio no site do CIB, em www.cib.org.br/ctnbio.

Após a aprovação da CTNBio, os dados agrônômicos do híbrido geneticamente modificado são submetidos ao Ministério da Agricultura para registro da cultivar. Após o registro, o milho GM poderá ser produzido nas regiões indicadas pelo zoneamento agrícola, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, órgão responsável também pela fiscalização das pesquisas de campo.

Em vários países, o produtor já está plantando milho com tolerância a herbicida e resistência a insetos; nos EUA, os agricultores já utilizam cultivares com três características.



A importância técnica e econômica do milho

A Biotecnologia é uma forte aliada dos programas de melhoramento convencional

O milho é a terceira cultura mais cultivada no mundo. No Brasil, foi colhida na safra 2008/2009 uma área de 14,17 milhões de hectares, o que coloca o país como o terceiro no ranking mundial de área colhida.

Além da sua importância econômica como principal componente na alimentação de aves, suínos e bovinos, o milho cumpre papel técnico importante para a viabilidade de outras culturas, como a soja e o algodão, por meio da rotação de culturas, minimizando possíveis problemas como nematóides de galha, nematóide de cisto e doenças como o mofo branco e outras, dando sustentabilidade para diferentes sistemas de produção em muitas regiões agrícolas do Brasil e do mundo.



Produção brasileira (milhões de toneladas)	
Produção de grãos	2009
MILHO	51,0

Fonte: Conab

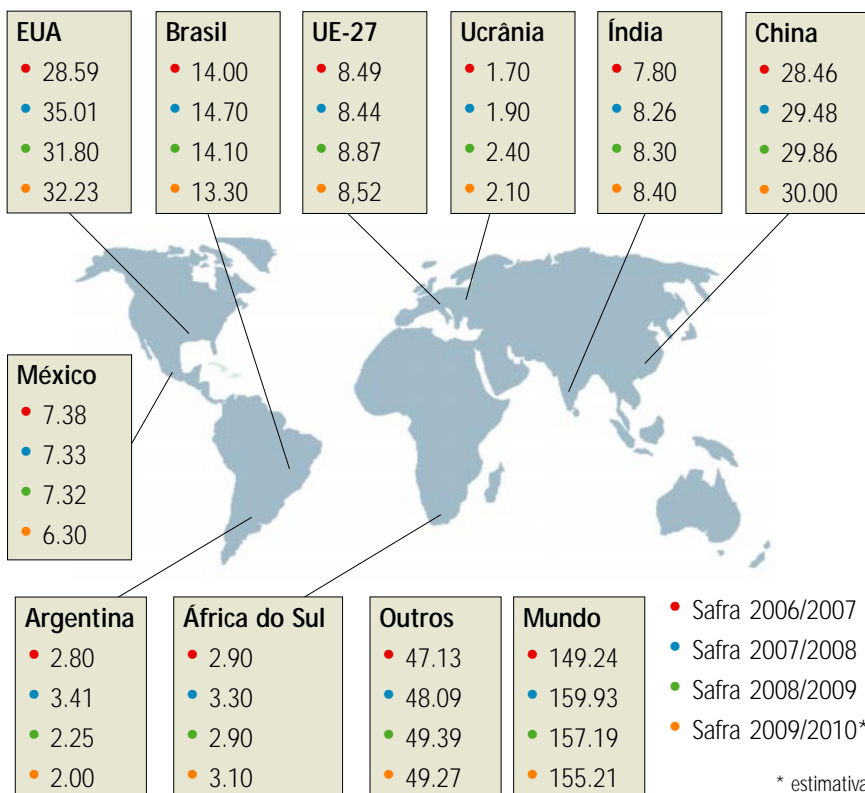
Híbridos GM

- Particularmente para o pequeno agricultor, o milho GM pode trazer benefícios bastante evidentes no tocante ao aumento de produtividade e à qualidade de grão, maior flexibilidade no manejo da cultura, diminuição do número de aplicações de inseticidas e herbicidas convencionais, o que pode contribuir para o crescimento da produção e, conseqüentemente, das exportações, ranking no qual o Brasil figura em terceiro lugar.
- Além disso, criadores de porcos e frangos, por exemplo, poderão reduzir a quantidade de antibióticos administrados para o tratamento dos efeitos nocivos das micotoxinas nesses animais, já que tais substâncias, no milho GM resistente a insetos-pragas, têm incidência mais baixa em comparação com variedades convencionais.

• Algumas cultivares de milho GM têm maior capacidade de absorção de nutrientes do solo, característica determinada por um gene (fitase) que reduz a ação de antinutrientes (ácido fítico) na planta. Da mesma forma, tais cultivares podem ajudar não apenas na nutrição animal – já que a fitase bloqueia a ação do ácido fítico, promovendo a absorção de minerais pelo metabolismo animal – como também na conseqüente redução de compostos tóxicos (nitrato e fosfato) em dejetos animais.

• No ano comercial 2008/09, os EUA consumiram 93,4 milhões de toneladas de milho para a produção de etanol, o que representa um crescimento de 20,6% sobre o ano anterior. Já do volume produzido no ano comercial (2009/10), o consumo de milho para a produção de etanol deve representar 31,9% da produção total de 334,1 milhões de toneladas. Para o ano comercial de 2009/2010, o consumo de milho deve alcançar 106,7 milhões de toneladas apenas para a produção de etanol nos EUA, o que significaria o crescimento de 14% sobre o consumo do ano comercial 2008/2009. (USDA/FAS, Janeiro/2010).

Ranking da área colhida de milho no mundo (em milhões de hectares)



Fonte: USDA/FAS (Jan/2010)

Cultivares de milho GM já aprovadas para consumo no mundo	
Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	• África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Coreia do Sul, EUA, Filipinas, Japão, México, Nova Zelândia, Rússia, Tailândia, Taiwan e a maioria da União Européia
Tolerância ao herbicida glifosato	• África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Cingapura, Coreia do Sul, Colômbia, EUA, Filipinas, Japão, México, Nova Zelândia, Rússia, Tailândia, Taiwan, a maioria da União Européia e Uruguai
Resistência a lepidópteros (ex. broca européia do colmo, lagarta-do-cartucho)	• África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Colômbia, Coreia do Sul, EUA, Filipinas, Holanda, Honduras, Japão, México, Nova Zelândia, Reino Unido, Suíça, Tailândia, Taiwan, Rússia, a maioria da União Européia e Uruguai
Resistência a coleópteros (ex. larva-alfinete)	• Austrália, Canadá, China, Cingapura, Coreia do Sul, EUA, Filipinas, Japão, México, Nova Zelândia, Rússia, Tailândia, Taiwan e a maioria da União Européia
Resistência múltipla a lepidópteros e coleópteros	• Canadá, Coreia do Sul, EUA, Filipinas, Japão, México e a maioria da União Européia
Resistência a lepidópteros e tolerância ao herbicida glifosato	• África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Colômbia, Coreia do Sul, El Salvador, EUA, Filipinas, Japão, México, Rússia, Reino Unido, Suíça, Tailândia, a maioria da União Européia e Uruguai
Resistência a coleópteros e tolerância ao herbicida glifosato	• Austrália, Canadá, Coreia do Sul, EUA, Filipinas, Japão, México, Nova Zelândia, Taiwan e a maioria da União Européia
Resistência a lepidópteros e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	• África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Coreia do Sul, EUA, Filipinas, Japão, México, Nova Zelândia, Rússia, Tailândia, Taiwan, a maioria da União Européia e Uruguai
Resistência a coleópteros e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	• Austrália, Canadá, China, Coreia do Sul, EUA, Filipinas, Japão, México, Nova Zelândia, Taiwan e a maioria da União Européia
Resistência múltipla a lepidópteros, coleópteros e tolerância ao herbicida glifosato	• Coreia do Sul, Filipinas, Japão e México
Resistência múltipla a lepidópteros e a coleópteros e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	• Canadá, Coreia do Sul, Filipinas, EUA, Japão e México
Resistência a lepidópteros e tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio	• Brasil, Coreia do Sul, Filipinas, Japão e México
Resistência a coleópteros e tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio	• Coreia do Sul, Filipinas, Japão e México
Resistência a coleópteros e lepidópteros e tolerância aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio	• Coreia do Sul, Filipinas, Japão e México
Controle de polinização e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	• Canadá e EUA
Aumento do teor de lisina	• Austrália, Canadá, EUA, Filipinas, Japão, México e Tailândia
Resistência a lepidópteros e com maior teor de lisina	• Japão e Filipinas
Tolerância ao herbicida imidazolinona	• Canadá
Modificação da alfa-amilase para maior produção de etanol	• Austrália, Canadá, Filipinas e EUA

- Larva-alfinete (*Diabrotica spp.*)
– inseto da ordem *Coleoptera*
- Broca européia do colmo (*Ostrinia nubilalis*)
– inseto da ordem *Lepidoptera*
- Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*)
– inseto da ordem *Lepidoptera*



O milho Bt, além da vantagem de evitar muitas pulverizações de agroquímicos contra as pragas-alvo da cultura, apresenta benefícios para o meio ambiente: economia de combustível e preservação de insetos não-alvo, inimigos naturais e agentes polinizadores, pelo fato de ser altamente específico para a praga-alvo.

Fonte: AGBios e CTNBio

Alimentação humana

Muito energético, o milho traz em sua composição vitaminas A e do complexo B, proteínas, gorduras, carboidratos, cálcio, ferro, fósforo e amido, além de ser rico em fibras. Cada 100 gramas do alimento tem cerca de 360 Kcal, sendo 70% de glicídios, 10% de protídeos e 4,5% de lípidios.

O milho pode receber genes para alterar a composição química de carboidratos, proteínas e aminoácidos e produzir variedades com finalidades especiais. Alguns genes, quando inseridos no milho comum, podem bloquear a síntese de amido e acumular açúcar nos grãos, dando origem ao milho doce, ideal para consumo “in natura” e enlatamento. Outros genes podem modificar a fração do amido no milho comum, dando origem a variedades amplamente utilizadas na indústria de alimentos.



Exemplos de pratos à base de milho, típicos da culinária brasileira.



É por isso que:

- O milho pode suprir boa parte das necessidades nutricionais da população, além de ser excelente complemento alimentar “in natura” ou em forma de farinha de milho, fubá, canjica, polenta, cuscuz e outras.
- Além das fibras, o grão de milho é constituído de carboidratos, proteínas, vitaminas (complexo B), sais minerais (ferro, fósforo, potássio e cálcio), óleo e grandes quantidades de açúcares, gorduras, celulose e calorias.
- Maior que as qualidades nutricionais do milho, só mesmo sua versatilidade para o aproveitamento na alimentação humana. Ele pode ser consumido diretamente ou como componente para a fabricação de balas, biscoitos, pães, chocolates, geleias, sorvetes, maionese e até cerveja.
- Atualmente, somente cerca de 15% da produção nacional se destina ao consumo humano, de maneira indireta na composição de outros produtos.

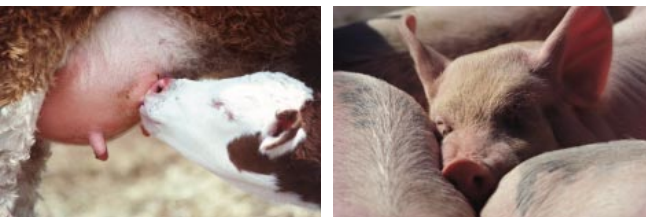
Alimentação animal

O milho é o principal componente da dieta animal: participa com mais de 60% do volume utilizado na alimentação animal de bovinos, aves e suínos. O milho assegura a parte energética das rações.

Combinados com outros ingredientes, o milho permite ajustar a formulação de rações específicas para a dieta balanceada de acordo com o tipo e a destinação dos animais, a exemplo de suínos em geral, leitões, matrizes, aves poedeiras ou de corte, gado leiteiro ou de corte.

O milho pode ser processado e utilizado por dois principais processos (seco e úmido) para produção de produtos como: farelo de milho moído, farelo de gérmen de milho peletizado, farinhas pré-gelatinizadas, milho em grãos, fubá grosso, glúten de milho, farelo de glúten de milho e farelo de milho.

Além das rações, o milho pode ser utilizado na forma de silagem de planta inteira, para uso em bovinos, e de grão úmido, para uso, principalmente, em suínos.



Além do uso em rações animais, substâncias presentes no milho também são empregadas em produtos como papéis, fósforos e borrachas.

Outras utilizações do produto

- O milho hidratado serve como meio de fermentação para a produção de penicilina e estreptomicina, além de outras aplicações no campo farmacêutico.
- O xarope de glicose de milho é usado na fabricação de cosméticos, soluções medicinais, graxas e resinas.
- Já nas fábricas de aviões e veículos, os derivados de milho são utilizados nos moldes de areia para a fabricação de fôrmas e peças fundidas.
- Também na extração de minério e petróleo o milho está presente, assim como em outras áreas pouco divulgadas, como as de explosivos, baterias elétricas, cabeças de fósforo, etc.
- Além disso, os amidos de milho entram na formulação de produtos de limpeza, filmes fotográficos, plásticos, pneus de borracha, tintas, fogos de artifício, papéis e tecidos.



Demanda de milho para alimentação animal (em milhões de toneladas)

	Avicultura corte	Avicultura postura	Suínocultura	Bovinocultura corte	Bovinocultura leite	Outros	Totais
2008	17,3	2,7	9,6	0,5	1,2	2,3	33,7
2009	18,0	2,9	10,1	0,57	1,3	2,5	35,3

Fonte: Sindrirações

SITES RELACIONADOS:

Abag – Associação Brasileira de Agribusiness

www.abag.com.br

Abimilho – Associação Brasileira das Indústrias de Milho

www.abimilho.com.br

Abiove – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

www.abiove.com.br

Abrasem – Associação Brasileira de Sementes e Mudanças

www.abrasem.com.br

APPS - Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudanças

www.apps.agr.br

ANBio – Associação Nacional de Biossegurança

www.anbio.org.br

Agbios

www.agbios.com

AgroBio Colômbia

www.agrobio.org

AgroBio México

www.agrobiomexico.org

Argenbio

www.argenbio.org

Braspov – Associação Brasileira de Obtentores Vegetais

www.braspov.com.br/index.asp

Cargill

www.cargill.com.br

CBI – Council for Biotechnology Information

www.whylbiotech.com

Céleres – Consultoria Empresarial

www.celeres.com.br

ChileBio

www.chilebio.cl

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil

www.cna.org.br

CNI – Confederação Nacional da Indústria

www.cni.org.br

CNT – Confederação Nacional dos Transportes

www.cnt.org.br

CTNBio – Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

www.ctnbio.gov.br

Embrapa Milho e Sorgo

www.cnpms.embrapa.br

FAO – Food and Agriculture Organization

www.fao.org

Laboratório de Análises Micotoxológicas

<http://www.lamic.ufsm.br/artigost.html>

Sindirações – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal

www.sindiracoes.org.br

SETEMBRO/2010