

12

Biotecnologia



Sandra Patussi Brammer
Sandra Maria Mansur Scagliusi
Ene Yamazaki Lau

396 O que é biotecnologia?

A biotecnologia compreende quaisquer processos ou produtos tecnológicos que utilizem plantas, animais e microrganismos ou neles produzam modificações, em benefício da humanidade. Essa área da ciência não é recente, pois já era empregada há milênios na fermentação de leveduras, usadas em bebidas e no crescimento do pão.

Contudo, somente na década de 1970, é que surgiu a era da “moderna biotecnologia” em que se destacam algumas áreas que vêm sendo fortemente empregadas em plantas, como:

- Cultura de tecidos.
- Citogenética clássica e molecular.
- Marcadores moleculares.
- Transgênicos.

Em seguida, seguiram-se outras eras como:

- Era da genômica.
- Era da transcriptômica.
- Era da proteômica.
- Era da metabolômica.
- Era da bioinformática.
- Era da nanobiotecnologia, entre outras.

397 Quais são as principais vantagens da biotecnologia relacionadas à cultura do trigo?

Representam grande impacto à cultura do trigo, principalmente quando associadas ao melhoramento genético e demais áreas como:

- Fitopatologia.
- Fisiologia.
- Entomologia.
- Qualidade tecnológica.

A biotecnologia pode contribuir na redução das perdas na lavoura, decorrentes de inúmeras doenças como giberela, ferrugem da folha, brusone, manchas foliares e dos estresses abióticos como seca, salinidade, deficiência nutricional, germinação na espiga, toxidez de alumínio.

O advento das novas tecnologias baseadas na análise e na manipulação do DNA e do entendimento dos processos da expressão dos genes em proteínas – e suas interações com o desenvolvimento da planta – abriram uma nova era para o melhoramento do trigo.

Considerando contribuições em curto e em médio prazo, a biotecnologia pode ser usada para acelerar o processo de geração de cultivares com alto potencial de rendimento e maior estabilidade quanto à produtividade, principalmente com o uso de marcadores moleculares e novas abordagens de seleção genômica, além da análise dos mecanismos envolvidos na resistência de plantas aos estresses bióticos e abióticos e a diagnose molecular de doenças e agentes patogênicos.

A transgenia e/ou recentes técnicas de edição gênica apresentam grande potencial para a produção de plantas com estabilidade de altos rendimentos. No entanto, o uso dessas abordagens para alteração de características controladas por grande número de genes e com alta interação genótipo versus ambiente ainda necessita de avanços no conhecimento da manipulação de vias metabólicas complexas envolvendo vários genes. Exemplos bem sucedidos do emprego da biotecnologia é o uso dos duplos haploides, visando ao avanço de gerações homozigotas e como suporte ao mapeamento de genes e estudos genéticos.

O uso de marcadores moleculares, ligados a genes que conferem resistência a estresses bióticos e abióticos, também já é uma realidade na seleção assistida ao melhoramento de trigo.



399 O trigo europeu produz normalmente 7 t/ha. O que está faltando para o trigo nacional atingir esse patamar de rendimento? A biotecnologia pode ajudar?

Deve-se ter cautela ao comparar a produtividade de trigo de países do Hemisfério Norte com a do Brasil. Além das diferenças no nível tecnológico empregado, a maioria do trigo europeu destinado à panificação é de inverno ou alternativo, o que significa que a cultura permanece no campo entre 8 e 10 meses.

Esse longo período impacta em maior produção de massa verde e conseqüentemente em maior período de enchimento de grãos, contribuindo para obter produtividades elevadas. O rendimento médio brasileiro tem sido de 2.700 kg/ha. No entanto, há sistemas de produção com alta produtividade, como a do trigo irrigado produzido na região do Cerrado. Nessas condições, a média é próxima à do continente europeu, com menor tempo de ocupação do solo. Além disso, há registros de produtividades médias em algumas lavouras da região Sul do Brasil, com rendimentos entre 5 t/ha e 6 t/ha.

Esses dados demonstram que a genética brasileira apresenta grande potencial para rendimento, dependendo das condições climáticas e do nível tecnológico aplicado durante a condução da cultura. Avanços podem ser obtidos quando estratégias biotecnológicas adequadas são usadas em diferentes fases do programa de melhoramento, ou seja, na seleção dos melhores genótipos, nas recombinações gênicas e na análise da variabilidade e estabilidade genética, visando sempre a trigos adaptados às condições brasileiras de cultivo.

400 Existe uma técnica biotecnológica que vem sendo usada, diretamente, no melhoramento genético do trigo? Qual é sua real contribuição no desenvolvimento de uma cultivar?

Das técnicas biotecnológicas já adotadas nos programas de melhoramento genético de trigo, a haploidização (produção de

plantas duplo-haploides) é uma das mais antigas e largamente empregadas. Sua contribuição se baseia no avanço do processo de formação de plantas completamente homozigotas numa única etapa, contrapondo-se ao demorado processo tradicional de autofecundação. Ela permite que o processo de formação de uma nova variedade seja abreviado, diminuindo em até 4 anos as etapas de obtenção de uma nova cultivar, agilizando o sistema de seleção.

Destacam-se as cultivares desenvolvidas pela Embrapa Trigo por meio da técnica de duplo-haploides:

- Trigo BR 43 (primeira na América do Sul).
- BRS Canela.
- BRS Tangará.
- BRS 254.
- BRS 328.
- BRS 331.

401 O que são plantas de trigo duplo-haploide? Qual é sua função?

São plantas geralmente originadas in vitro de gametas masculinos ou femininos, não fecundados, resultando na formação de plantas com apenas um lote cromossômico (vindo de um único gameta). Por serem haploides e apresentarem apenas a metade do número de cromossomos, na sua grande maioria, essas plantas são, naturalmente, estéreis.

Após duplicação dos cromossomos, elas recuperam a fertilidade se tornando completamente homozigotas. Além da diminuição no tempo para alcance da homozigose, o método também permite maior eficiência no processo de seleção de genótipos com características superiores, sendo possível identificar, rapidamente, genes deletérios (que poderiam ser mascarados pela heterozigose), diminuindo o número de indivíduos necessários para identificar um possível “genótipo-alvo” (com características desejáveis).

402 O que são organismos geneticamente modificados (OGM) ou transgênicos?

São organismos manipulados geneticamente e que receberam uma molécula de DNA (transgene) por meio de ferramentas de engenharia genética e não por cruzamentos naturais. O transgene pode ser originário de qualquer organismo que tenha ácidos nucleicos (DNA ou RNA), ou seja, bactérias, fungos, leveduras, insetos, plantas, peixes e mamíferos.

403 No Brasil, como são controlados os organismos geneticamente modificados (OGM)?

No Brasil, a tecnologia dos OGMs é regulamentada pela Lei Nacional de Biossegurança e sob o controle da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Essa comissão tem a finalidade de: “prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao governo federal na formulação, na atualização e na implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, a experimentação, o cultivo, a manipulação, o transporte, a comercialização, o consumo, o armazenamento, a liberação e o descarte de OGM e derivados”.

404 Qual é a expectativa do controle de estresses bióticos (ataque de insetos, fungos, bactérias, etc.) em trigo com uso da transgenia?

Não há expectativa em curto prazo. No entanto, estão em andamento pesquisas com transgenia para buscar resistência a doenças em trigo causadas por diversos organismos, como fungos (ex. giberela, oídio, ferrugem, cárie do trigo, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Rhizoctonia cerealis*, *Cochliobolus sativus*), vírus

(ex. Barley yellow mosaic virus – BaYMV; Wheat yellow mosaic vírus – WSMV; Wheat streak mosaic virus – WYMV, causador do mosaico estriado do trigo; Barley yellow dwarf virus – BYDV, um dos agentes causadores do nanismo [amarelo [dos]cereais) e por pulgões.

405 Já existe cultivar de trigo transgênico no mundo, para quais características?

Por enquanto não existe. Em 2004, foi aprovado para uso comercial nos Estados Unidos, na Austrália, na Colômbia e na Nova Zelândia um evento de trigo Roundup Ready™ contendo um transgene para conferir tolerância ao glifosato, mas não foi levado adiante, em decorrência de uma estratégia de mercado.

Há uma grande expectativa, em curto prazo, quanto à liberação comercial de trigo geneticamente modificado resistente ao vírus Wheat streak mosaic virus (WYMV) na China. Na Argentina, em 2014, foi solicitada a liberação comercial de um evento transgênico de trigo com maior tolerância ao déficit hídrico.

406 Como estão os avanços na identificação de genes de tolerância a estresses abióticos, como seca e calor?

Geralmente, existem vários grupos de pesquisa no mundo buscando genes de resistência a estresses abióticos, como seca, alumínio, salinidade, frio e calor. Nesses estudos, são usadas estratégias moleculares com a finalidade de identificar transcritos (mRNA), proteínas ou metabólitos relacionados com a resposta a esses estresses. Também são usadas estratégias genético-moleculares, que usam marcadores moleculares, visando identificar regiões genômicas associadas à produção em condições de déficit hídrico.

407 Há possibilidade de incorporar a tolerância à seca e ao calor em cultivares de trigo pelo método tradicional ou pela transgenia?

Os conhecimentos adquiridos nos estudos moleculares e genético-moleculares podem ser aplicados para incorporar genes

por melhoramento tradicional, usando a variabilidade presente na própria espécie ou por cruzamentos interespecíficos, explorando a variabilidade presente em espécies ancestrais. Também podem ser usados para incorporar ou alterar a expressão de genes específicos, independentemente da espécie doadora, por transgenia.

408 Existe trigo transgênico resistente a pulgão e a lagartas?

No Reino Unido, houve recentemente uma pesquisa com trigo transgênico expressando um gene que codifica para uma molécula que age como um feromônio de alarme, repelindo pulgões e atraindo seus inimigos naturais. Embora tenha tido êxito em ambiente controlado, isso não ocorreu no campo.

Essa abordagem é interessante porque não envolve a produção de toxinas para eliminar os insetos, diminuindo os riscos de afetar insetos que não são alvo. Com relação a lagartas, não há relatos quanto à resistência via transgenia em trigo.

409 O que são marcadores moleculares e qual seu impacto no melhoramento genético do trigo?

São sequências de DNA que permitem diferenciar, no mínimo, dois ou mais indivíduos. Essas sequências são herdadas geneticamente. A principal vantagem é que não dependem do tipo de tecido analisado, do estágio de desenvolvimento da planta nem das condições ambientais, uma vez que todas as células apresentam a mesma estrutura química do DNA. Então, o que diferencia é como estão ordenados os nucleotídeos (unidades básicas do DNA) em cada indivíduo.

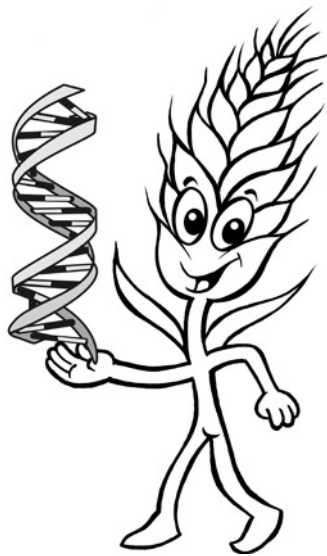
Atualmente, existem inúmeros tipos e usos de marcadores moleculares em trigo, que auxiliam na seleção de linhagens e de cultivares que apresentem as propriedades desejadas antes que elas se manifestem. Os principais empregos dos marcadores moleculares em trigo são:

- Seleção de genitores.
- Confirmação de hibridações e de autofecundações.
- Seleção assistida e mapeamento de genes de interesse.
- Confirmação da pureza genética e fingerprinting.
- Análise da distância/similaridade genética, além da formação e da validação de coleções nucleares, de modo mais eficiente e preciso.
- Suporte à caracterização e à proteção de cultivares.

410 O genoma do trigo já foi mapeado?

Não. O genoma do trigo ainda não está completamente mapeado. Contudo, podem-se considerar três etapas fundamentais para finalização do sequenciamento do genoma de um organismo:

- Obtenção de grande número de sequências de DNA representando todos os cromossomos.
- Ordenação das sequências para cada cromossomo.
- Anotação das sequências com a identificação dos genes, por meio da bioinformática.



Assim, o termo mapeamento faz referência à última etapa. Em julho de 2014, foi anunciada a conclusão da primeira etapa e dos avanços realizados nas etapas subsequentes de um projeto internacional, iniciado em 2005, para fazer o sequenciamento do genoma do trigo. O grupo internacional que coordena esse projeto, International Wheat Genome Sequencing Consortium (IWGSC) prevê que serão necessários mais 3 anos para finalizar o mapeamento do genoma do trigo.

No Brasil, as pesquisas em biotecnologia são promissoras?
411 E, no caso do trigo, elas apresentam perspectivas para os próximos anos?

Sim, principalmente pelo fato de a biotecnologia se caracterizar pela multidisciplinaridade e pela rapidez de informações geradas. Nessa área, os resultados refletem, positivamente, nos diversos setores agrícolas, na indústria alimentar e no meio ambiente, por meio da redução do uso de defensivos agrícolas, em consequência da resistência às doenças e pragas, e pela diminuição de tempo necessário para a produção de alimentos.

Nos últimos anos, considerando o trigo, destaca-se o aumento de pesquisas científicas que vêm sendo desenvolvidas com aporte de recursos de agências de fomento governamental, bem como de projetos conjuntos com instituições internacionais, consolidando importantes parcerias com os setores públicos e privados, e com a participação das universidades, tanto brasileiras como do exterior.

Biotecnologias que permitam o desenvolvimento de novas cultivares e a compreensão da genética do trigo e das interações gênicas com os estresses bióticos e abióticos, certamente contribuirão para o agronegócio brasileiro.