

## Rural Pecuária

Principais Informações, Tecnologias e Manejo do Agronegócio

---

Terça-feira, 20 de novembro de 2012

### Embrapa Agroenergia: A Integração da genômica ao melhoramento de espécies energéticas



As culturas energéticas podem ser basicamente classificadas como (i) matéria-prima para a produção de etanol com base em tecnologias de primeira geração (i.e. através da conversão de açúcares livres em álcool), (ii) matéria-prima ou matéria-prima potencial, para produção de etanol com base em tecnologias de segunda geração (i.e. etanol produzido a partir de materiais lignocelulósicos) ou (iii) matéria-prima para produção de biodiesel. Embora as tecnologias para a produção de biocombustíveis de primeira geração estejam relativamente bem desenvolvidas, a tecnologia para produzir etanol a partir da biomassa lignocelulósica e biodiesel a partir de espécies não tradicionais ainda não está completamente madura. Ainda que essas tecnologias estivessem totalmente desenvolvidas, uma barreira continuaria a existir: as matérias-primas utilizadas como fonte de bioenergia não foram desenvolvidas com essa finalidade. A produção de bioenergia pode, portanto, tornar-se muito mais eficiente se não só os processos de conversão, mas também a matéria-prima utilizada para gerar biodiesel e etanol, forem otimizados para este fim.

Nesse contexto, a genômica oferece inúmeras ferramentas que podem ser integradas a programas de melhoramento genético para ajudar o desenvolvimento ou mesmo a construção biológica, de matérias-primas com excelente desempenho na produção de bioenergia. Basicamente, isso pode ser realizado por meio da abordagem biotecnológica baseada em genômica ou por meio da abordagem de melhoramento genômico.

A abordagem biotecnológica se baseia no conhecimento da função dos genes e na capacidade de modificar (usando a transformação genética na maioria das vezes) vias bioquímicas que estão envolvidas no metabolismo de açúcares, lignina e óleo, usando genes ou promotores modificados.

A abordagem de melhoramento genômico depende da utilização de marcadores moleculares para auxiliar ou permitir a seleção de genótipos desejáveis, considerando a variabilidade atual disponível. O melhoramento genômico também é fortemente

dependente da genética quantitativa e de teorias de genética/genômica de populações. Independentemente da abordagem utilizada, está claro que o entendimento de como os genótipos determinam os fenótipos é necessário.

O primeiro passo para o desenvolvimento de culturas dedicadas à bioenergia com a abordagem de biotecnologia baseada em genômica é o sequenciamento completo do genoma de culturas energéticas. As tecnologias genômicas, em particular de métodos de sequenciamento, de genotipagem e análise de transcritos em larga escala, têm avançado consideravelmente desde a virada do século e hoje qualquer planta pode ter seu genoma sequenciado de forma rápida, precisa e relativamente barata. Juntamente com as ferramentas de genômica funcional, que permitem o estudo da expressão de milhares de genes em paralelo em uma variedade de tecidos e situações, genes e elementos regulatórios envolvidos no controle de características de interesse para a agroenergia podem ser identificados e isolados. Uma vez que os genes e elementos regulatórios (promotores, ativadores e fatores de transcrição) tenham sido identificados, eles podem ser utilizados para uma variedade de aplicações que visam ao desenvolvimento de culturas dedicadas a bioenergia, tais como (i) regulação negativa da biossíntese de lignina, (ii) engenharia da biogênese e degradação da parede celular, (iii) aumento da produção de lipídios ou açúcares, (iv) resistência a estresses abióticos e bióticos, (v) aumento de biomassa por meio da manipulação do desenvolvimento da planta, (vi) expressão in planta de enzimas relacionadas à degradação da parede celular, (vii) bioconfinamento de transgenes e (viii) desenvolvimento de outras matérias-primas perenes.

Os dados gerados com o sequenciamento de genomas e projetos de genômica funcional com espécies energéticas não apenas fornecem informações pertinentes sobre a função dos genes, mas também fornecem estrutura poderosa para a rápida identificação de marcadores moleculares. Como esses marcadores estão sendo desenvolvidos para muitas culturas energéticas, eles podem ser usados para uma variedade de aplicações em um programa de melhoramento genético, segundo a estratégia de melhoramento genômico. Suas principais aplicações são (i) o uso operacional (identidade clonal, proteção de cultivares, monitoramento do tamanho efetivo da população, análise de diversidade, estimação das taxas de intercruzamentos e endogamia), (ii) mapeamento genético e mapeamento de QTLs (locos controladores de características quantitativas), (iii) a seleção assistida por marcadores (SAM) e seleção genômica, (iv) mapeamento de associação e (v) genética-genômica.

Mesmo que o melhoramento genético de culturas energéticas possa ser realizado com o auxílio de informações genômicas, quer usando a abordagem biotecnológica baseada em genômica quer por meio da abordagem de melhoramento genômico, para explorar plenamente as possibilidades de cada abordagem, o melhoramento de culturas deve ser preferencialmente baseado em uma combinação do melhoramento tradicional (utilizando métodos de genética quantitativa) com ambas as abordagens anteriormente descritas, uma vez que, em muitos aspectos, elas se complementam.

Na situação descrita, um feedback positivo ocorre tendo em vista o fato da sequência do genoma ser um pré-requisito fundamental para explorar plenamente a abordagem de melhoramento genômico. Também o mapeamento de QTLs, mapeamento de associação e a genética-genômica podem ajudar a identificar genes candidatos ou elementos regulatórios envolvidos no controle genético de características quantitativas de interesse

para a agroenergia. Esses genes e elementos podem ser, posteriormente, testados e eventualmente empregados na abordagem biotecnológica.

Considerando que recursos genômicos estão atualmente disponíveis para muitas espécies energéticas e que aqueles ainda não disponíveis devem ser desenvolvidos para estas espécies em alguns anos, a principal limitação para o entendimento de como genótipos determinam fenótipos, será, provavelmente, a disponibilidade de materiais experimentais apropriados e de métodos precisos de fenotipagem de alto rendimento para características de interesse.

Alexandre Alonso Alves  
Pesquisador, Embrapa Agroenergia  
[alexandre.alonso@embrapa.br](mailto:alexandre.alonso@embrapa.br)

Fonte: Embrapa Agroenergia