

O papel da biotecnologia de forrageiras para a produção animal.

Cacilda Borges do Valle¹, Liana Jank¹, Rosângela Maria Simeão Resende¹ e Leticia Jungmann Cançado¹

¹ Pesquisadoras, Embrapa Gado de Corte, C.P. 154, Campo Grande, MS, 79002-970.
cacilda@cnpqc.embrapa.br

INTRODUÇÃO

O termo **biotecnologia** (*bíos* = vida; *téchne* = arte; *lógos* = tratado) pode ser interpretado tanto de maneira ampla para abarcar toda forma de estudos e manipulação de organismos vivos como de maneira específica para abranger as inovações da biologia molecular e engenharia genética. A abordagem neste texto será a ampla sem ignorar, no entanto, a específica, para discutir de onde viemos, onde estamos e para onde vamos com as forrageiras e o seu impacto na produção animal.

Tecnologia = teoria geral e estudos especializados sobre os procedimentos, instrumentos e objetos próprios de qualquer técnica, arte ou ofício; técnica moderna e sofisticada; linguagem específica de uma arte ou ciência (Dicionário on-line: <http://www.priberam.pt/dlpo/dlpo.aspx>).

O homem vem praticando “biotecnologia” desde a origem da agricultura, a cerca de 10.000 anos, quando deixou de ser nômade e passou a colher e plantar seu alimento. Já o melhoramento genético como atividade, data de uns 100 anos (Duvick, 1999). Quando nossos antepassados alteraram o meio ambiente para produzir suas culturas, abrindo covas no solo, ou apenas removendo plantas indesejáveis, selecionando as que mais flores, frutos ou raízes produziam, inconscientemente realizaram melhoramento pelo fenótipo desejado que refletia um genótipo superior, ou seja, biotecnologia em ação. Com o avanço do conhecimento e das metodologias de triagem foi possível dar um salto em termos de produção de alimentos, por meio de variedades mais produtivas, resistentes a estresses bióticos e abióticos, e muitas vezes com valor nutricional enriquecido em teores de proteína, óleos, aminoácidos essenciais, etc. O melhoramento animal acompanhou par e passo nos primórdios da agricultura e hoje os progressos e o desenvolvimento de raças e linhagens vem permitindo aumentos significativos na produção com reflexo no consumo de produtos animais (carne, leite, couro). Haja vista a disponibilidade de raças cada vez mais precoces tanto na reprodução como no acúmulo de gordura para acabamento, ou de maior habilidade materna, ou raças específicas para diferentes condições de criação, ecossistemas, e para responder à demanda do consumidor (p.ex., raça Waguiu para satisfação dos japoneses no consumo do “Kobe beef”). Além disso, grandes inovações e avanços vêm sendo conseguidos na reprodução animal assistida, seja por inseminação artificial, transferência de embriões, clonagens e até já se exporta “bife de proveta” de touros e fêmeas comprovadamente superiores. Enquanto isso as forrageiras, particularmente as tropicais, em assustador contraste, continuam sendo na sua grande maioria, as pastagens nativas africanas ou sul-americanas, a bem dizer, silvestres e não melhoradas. Como “raça entra pela boca” no dito popular, ou mais especificamente, como o desempenho dos ruminantes é influenciado pelo seu mérito genético, mas também pelo ambiente – leia-se

pastagens no ambiente tropical - é imprescindível alterar esse cenário, sob pena de perdermos a vantagem competitiva recentemente alcançada. O objetivo deste trabalho será o de abordar o tema procurando trazer para a reflexão, o panorama das forrageiras na produção animal sob a ótica passada (“de onde viemos”), atual (“onde estamos”) e procurar projetar para o futuro (“para onde vamos”) os desafios e oportunidades, bem como as demandas para o contínuo progresso da pecuária brasileira.

“De onde viemos”

Analisando-se a evolução do rebanho brasileiro hoje com cerca de 168 milhões de cabeças, observa-se um incremento significativo desde 1995 principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte, com decréscimo nas regiões Sudeste e Sul (Tabela 1).

Tabela 1. Rebanho bovino brasileiro e efetivo por regiões, em milhões de cabeças e em porcentagem. Anos: 1995 e 2003.

Região	1995		2003	
	Número de cabeças	Porcentagem do total	Número de cabeças	Porcentagem do total
Norte	17,41	11,31	23,52	14,08
Nordeste	23,24	15,08	25,03	14,98
Sudeste	36,29	23,56	35,54	21,28
Sul	26,26	17,04	25,50	15,27
C. Oeste	50,86	33,01	57,45	34,39
Brasil	154,06	100	167,04	100

*Fonte: Anualpec, 2004.

As pastagens brasileiras são constituídas por uma diversidade de gêneros e espécies e abrangem vários ecossistemas como os campos naturais do Rio Grande do Sul, a caatinga no semiárido nordestino, os cerrados do Brasil central, várzeas e alagados do Pantanal e ilha de Marajó, entre outros. Já em 1986, por ocasião da reunião anual da SBZ em Campo Grande, Valls e Coradin (1986) fizeram uma abordagem bastante compreensiva dos recursos genéticos de plantas forrageiras nativas do Brasil, enfocando principalmente o gênero *Paspalum* entre as gramíneas e várias leguminosas potencialmente interessantes. Enfatizaram então a necessidade de coletas a fim de aumentar a diversidade genética passível de seleção. Desde então, alguns gêneros realmente têm recebido maior atenção, como *Stylosanthes* e *Arachis*, mas outros como *Centrosema*, *Aeschynomene*, *Desmodium* e *Zornia* ainda carecem de esforços de equipes estruturadas para alcançarem seu potencial. Cada um desses ecossistemas pastoris tem peculiaridades próprias e problemas específicos a serem solucionados. Pela importância e impacto na produção animal brasileira, os cerrados merecem destaque nesta abordagem.

Entretanto, muito tem sido feito em termos de manejo, melhoramento e utilização dos campos naturais do sul – biotecnologia no sentido amplo e mais recentemente na biotecnologia específica - e os avanços conseguidos são significativos graças a equipes dedicadas e com sólido embasamento técnico (destaque para a UFRGS e UFPr, que por sinal têm melhoristas de forrageiras no corpo docente). Já os cerrados desbravados a partir

de meados da década de 1960, por intermédio de programas de incentivo a formação e manejo de pastagens, financiados pelo governo (Condepe, Propasto, Sudam, Sudene, etc.), com seus mais de 200 milhões de hectares, concentram a grande parcela do rebanho bovino brasileiro e respondem pela produção e exportação de carne e, no entanto carecem de esforços concentrados na solução de seus entraves.

Até então, os cerrados eram considerados impróprios para cultivo e pecuária devido aos solos ácidos e inférteis. A capacidade de suporte das pastagens, constituídas de gramíneas nativas e naturalizadas como o jaraguá e gordura, e uma miríade de leguminosas nativas, não passava de 0,3 cabeças/ha nas melhores condições, (Ghisi, 1991). Com recursos governamentais, um grande esforço de importação de sementes, tanto de gramíneas como a *Brachiaria decumbens* produzida na Austrália, como leguminosas (siratro, centrosema, soja perene, entre outras), integrou os projetos de expansão da pecuária para o Brasil central, muitas vezes utilizando o arroz como precursora na tentativa de recuperar parte dos custos de abertura do cerrado. Essa era a “biotecnologia” disponível na época. Entre sucessos na implantação das gramíneas e seguidos fracassos com pastagens consorciadas por falta de experimentação mais dirigida e de longo prazo no manejo e manutenção da leguminosa na mistura, a pecuária expandiu-se no Brasil Central. Fala-se entre os produtores da era “antes e após” as braquiárias, que com sua rusticidade e capacidade de adaptação ao solo e clima de estações de chuva e seca bem definida elevaram a capacidade de suporte para 1 a 1,5 UA/ha e produtividades de carne por hectare variando de 70 a mais de 300 kg/ha, dependendo do manejo e fertilização (Lascano e Euclides, 1996). Spain e Ayarza (1992) falam de uma grande mudança de uso da terra nas savanas americanas nos últimos 30 anos devido à introdução de pastagens cultivadas de gramíneas.

Este avanço nas pastagens cultivadas sobre os ecossistemas naturais tem, sem dúvidas, uma vertente negativa em termos do decréscimo em diversidade. Abusos em termos de superpastejo e falta de adubação de manutenção resultaram num cenário de grandes áreas de pastagens deterioradas. Se por um lado o produtor conseguiu manter-se na atividade por conta de ganhos na produtividade por animal e por área, o ambiente certamente perdeu valor com extensas áreas de monocultivos, em muitos casos já em processo de degradação, caracterizadas por solo descoberto ou invadidas por ervas daninhas, com presença de insetos e doenças e baixo retorno econômico em carne e leite. Diante deste cenário avaliemos a situação atual.

“Onde estamos”

No Brasil, o agronegócio da pecuária de corte depende significativamente de animais criados em pasto, o que nos confere uma vantagem competitiva em relação aos diversos países produtores, seja pelo menor custo, boa qualidade do produto apesar de produtividades variáveis dependentes de fatores bióticos e abióticos, mas principalmente sem risco de sérias enfermidades associadas, recentemente, à nutrição animal.

No entanto, poucas são as cultivares de forrageiras disponíveis no Brasil resultantes de programas de melhoramento genético propriamente dito. A grande maioria é resultado da seleção realizada sobre acessos introduzidos ou coletados no país, e algumas, do trabalho de seleção em grandes coleções representativas da variabilidade natural. Em todos estes casos, o incremento em produção animal que se obteve, principalmente nos últimos

20 anos, foi muito significativo e colocou o Brasil nos patamares de produção e exportação em que hoje se encontra.

Os melhores exemplos estão nas cultivares de *Panicum maximum* Tanzânia-1 e Mombaça, que comparadas a tradicional cv. Colômbio são respectivamente 80% e 130% mais produtivas em matéria seca (Jank, 1995). Isto resultou em um ganho médio anual de 520 g/animal/dia e produtividade de 446 kg/ha/ano na pastagem de cv. Tanzânia-1, 20% mais ganho por cabeça e 27% mais peso vivo por hectare do que a cv. Colômbio (Embrapa Gado de Corte, 1990). A alta produção do capim Mombaça resultou em 28% maior ganho de peso vivo por área em comparação à cv. Tanzânia-1. Já a cv. Massai recentemente lançada apresentou uma produção de matéria seca de folhas em parcelas (15,6 t/ha) semelhante à cv. Colômbio (14,3 t/ha), apesar do porte baixo, e equivale a 30% mais folhas do que o Colômbio, com rebrota 80% mais eficiente e 50% menor estacionalidade de produção. No caso do capim massai, apesar de sua produção não contribuir para um aumento de produtividade animal, por problemas de restrição no consumo, seu lançamento resultou em uma ampliação de utilização para áreas infestadas por cigarrinha-das-pastagens devido a sua resistência ao inseto. Além disso, o capim massai é indicado para ovinos, caprinos e eqüinos além dos bovinos, e sua persistência está ligada a uma maior eficiência de utilização do fósforo do solo em comparação a outras cultivares da espécie (Jank et al., 1994; Embrapa Gado de Corte, 2001).

O melhoramento genético nesta espécie é recente e por meio dele, pode-se esperar elevados incrementos em produção, alguma diminuição na estacionalidade da produção, a incorporação de hábito estolonífero e futuramente resistência a doenças, entre outras características. Na Costa do Marfim, cruzamentos entre plantas sexuais e apomíticas geraram híbridos 140% mais produtivos que os progenitores apomíticos, e um híbrido produziu 80% mais que a testemunha cv. Tobiata (Chaume, 1985). Esta cultivar anteriormente lançada no Brasil e avaliada em Campo Grande, produziu de 68 a 109% a mais que o capim colômbio nos diferentes experimentos (Jank et al., 1997). Portanto, as possibilidades a serem exploradas pelo melhoramento genético tradicional são inúmeras.

Já nas braquiárias, o lançamento da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés resultou em uma maior capacidade de suporte durante o período chuvoso (8,0 animais/ha) e produtividade anual (810 kg/ha/ano) do que a cv. Marandu (5,6 animais/ha e 660 kg/ha/ano, respectivamente) (Euclides, 2002). O comportamento no período seco foi semelhante. Este aumento de produtividade se deve a um crescimento rápido e rebrota superior a cv. Marandu, com taxas de crescimento foliar de 28,2 e 17,9 kg/ha/dia nas águas, para as duas cultivares respectivamente, e 9,8 e 6,7 kg/ha/dia na seca, respectivamente (Euclides et al., 2001). Híbridos interespecíficos entre *B. brizantha*, *B. ruziziensis* e *B. decumbens*, pretendem resgatar o bom valor nutritivo da *B. ruziziensis*, com a rusticidade de *B. decumbens* e a resistência à cigarrinha da *B. brizantha* cv. Marandu. Estudos conduzidos em progênes de *P. maximum* e *Brachiaria* indicam herança monogênica e dominância da apomixia sobre a sexualidade (Valle e Savidan, 1996). Valores de herdabilidade de alta magnitude foram encontrados em outro ensaio envolvendo vários híbridos de *Brachiaria* e quando empregados na predição de valores genotípicos serviram para a seleção dos genótipos superiores (Resende et al, 2002). As médias gerais dos caracteres agrônômicos, especialmente para produtividade e porcentagem de folhas permitem confirmar o potencial de vários desses materiais como futuras cultivares.

Aumentos de produção animal também foram obtidos com o lançamento do *Paspalum atratum* cv. Pojuca, que com produções de 26 t/ha de matéria seca por ano, sendo

20 a 30% no período de seca, e com a mesma taxa de lotação (2,2 UA/ha), garantiram uma produtividade animal 49% maior que a *B. humidicola*, até então, a única cultivar disponível no mercado adaptado a solos de menor permeabilidade (Vilela, comunicação pessoal).

Algumas cultivares são frutos do melhoramento genético, como o capim elefante cv. Pioneiro. A produção de matéria seca alcançou 46.735 t/ha/ano, portanto 81 e 39% superior às cultivares Taiwan A-146 e Cameroon, respectivamente, com um teor de proteína de 18,5%, sendo 9 e 34% maior que estas cultivares, respectivamente (Pereira, comunicação pessoal). Seu crescimento vigoroso e rápida expansão das touceiras, resultam numa maior cobertura do solo. Trabalhos atuais na Embrapa Gado de Leite incluem o desenvolvimento de híbridos por semente por meio de hibridação interespecífica com milheto e seleção de genótipos de porte adequado para utilização em pastejo direto.

O melhoramento genético da espécie *A. gayanus* resultou no lançamento da cv. Baeti, que apesar de similar a cv. Planaltina (esta selecionada a partir da variabilidade natural), é mais uniforme e estabelece mais rapidamente por sementes, o que melhora a competição com ervas daninhas resultando em um melhor estabelecimento da pastagem, e, consequentemente, em uma maior persistência (Batista and Godoy, 1995).

Um outro exemplo do sucesso que pode ser obtido pelo melhoramento genético de forrageiras é o melhoramento do capim Bermuda. O último lançamento, a cv. Tifton 85, um híbrido entre um acesso de *C. dactylon* e o Tifton 68 (*C. nlemfuensis*) é a cultivar mais produtiva até o momento. Sua produção e digestibilidade são 26 e 11% maiores que a cv. Coastal (Burton et al., 1993). Resultados de primeiro ano de avaliação no Brasil, onde apresentou níveis de proteína de até 16,7% e digestibilidade in vitro até 79,3%, resultou em ganhos no primeiro ano por animal de 7% e 14% maior que as cultivares Marandu e Mombaça, respectivamente, e um ganho por área 20 e 25% maior, respectivamente, para as duas forragens (L.R.L. de S'Tiago, comunicação pessoal).

Nos últimos anos, muito progresso tem sido obtido também com o lançamento das leguminosas forrageiras, selecionadas diretamente de coleções, ou melhoradas. A recém-lançada *A. pintoi* cv. Belmonte em associação com a *B. humidicola* cv. Llanero resultou em um ganho animal por dia de 26%, resultando em 568 kg/ha/ano após quatro anos de pastejo (Pereira, 2003). Na Colômbia, a inclusão de um acesso desta leguminosa em pastagens de gramíneas resultou em um aumento no ganho animal de 20 a 200% e de produção de leite de 17 to 20%, quando comparado com a gramínea pura (Lascano, 1993). O ganho obtido em pastagem de *P. atratum* cv. Pojuca em consorciação com esta leguminosa foi de 580 kg/ha a 800 kg/ha de peso vivo anualmente (Barcellos et al., 1997).

A contribuição na produção animal com o lançamento das cultivares de *Stylosanthes* cv. Mineirão selecionada a partir das coletas realizadas no Brasil, e cv. Campo Grande, produto do melhoramento genético foi significativa. A principal característica do *S. guianensis* cv. Mineirão é a capacidade de permanecer verde durante o período seco nas condições de Cerrado (Embrapa Cerrados, 1998). Com isto, a consorciação com *B. decumbens* na região de Prata (MG), resultou em 15,6% maior produção de leite (Barcellos e Vilela (1999), e as consorciações com *B. decumbens* e *B. ruziziensis* em Uberlândia, MG, proporcionaram um aumento no ganho de peso animal de 59,5% e 52,8%, respectivamente, em relação às pastagens solteiras (Vilela et. al., 2001). Além disto, foi observado que as consorciações com esta cultivar persistem por cinco a seis anos e os efeitos residuais sobre a gramínea persistem por mais dois anos, o que era difícil de ser obtido com as leguminosas disponíveis anteriormente.

A cv. Campo Grande é uma mistura física de sementes de várias linhagens de duas espécies na proporção de 80% de *S. capitata* e 20% de *S. macrocephala*. Esta cultivar é resultante de recombinação e seleção dentro de cada população e de acessos pré-selecionados das duas espécies em Campo Grande, MS (Embrapa Gado de Corte, 2000). Produções de 13 t/ha de matéria seca e 300 kg/ha de sementes com casca foram obtidos em MS, MG e GO. Esta cultivar apresenta alta capacidade de regeneração por sementes em pastagens consorciadas. Estes atributos proporcionaram ganhos por animal e por área 10 a 22% maiores consorciada com a *B. decumbens* do que na gramínea solteira (Embrapa Gado de Corte, 2000).

Há hoje, uma nova consciência da importância do melhoramento de forrageiras associado ao uso de biotecnologia agora no sentido específico, nos centros e institutos de pesquisa. Tanto assim que contratações foram efetivadas na Embrapa a fim de consolidar as equipes responsáveis pelos avanços conseguidos e alavancar progressos mais rápidos e com maior segurança pela utilização de técnicas biotecnológicas. Isso, no entanto é pouco comparativamente ao melhoramento animal ou mesmo para que outros gêneros e espécies forrageiras sejam abordados. Não existem trabalhos em gramíneas como capim gordura, jaraguá ou buffel, nem tampouco com gramíneas nativas do pantanal e cerrados. Tampouco existem coleções de germoplasma desses materiais para subsidiar o melhoramento. Em termos de leguminosas a situação de trabalho é semelhante a despeito da expressiva contribuição que genótipos melhorados trazem e certamente poderão trazer aos sistemas de produção em pasto. Diante desta situação atual quais seriam as perspectivas para o futuro?

“Para onde vamos”

Apenas nos últimos dez anos as forrageiras ganharam status de cultura, com um enfoque inédito sendo dado às questões ambientais associadas à produção. Neste aspecto, constata-se na vasta literatura produzida que os institutos de pesquisa e universidades são bastante profusos nos estudos de manejo, adubação, morfogênese, ataques de doenças e pragas das cultivares disponíveis no mercado. Esse tratamento dispensado às cultivares lançadas é sem dúvida, importante, pois não há superioridade genética que contraponha condições ambientais limitantes (manejo, adubação, controle de invasoras, etc.), ao mesmo tempo essa informação nos permite questionar se apenas isso é suficiente para o desenvolvimento da pecuária nacional.

Evidencia-se um reduzido número de espécies respondendo por 87% das sementes de forrageiras produzidas e comercializadas anualmente no país, quais sejam: *Brachiaria brizantha* (43,54%); *Avena strigosa* (23,52%); *Lolium multiflorum* (4,8%); *Brachiaria decumbens* (5,48%); *Panicum maximum* (4,64%); *Brachiaria humidicola* (2,09%) e *Pennisetum glaucum* (1,04%) (Listagem de produção aprovada de espécies forrageiras – todos os estados. Embrapa Abrasem, safra 2000/2001. Dados não publicados). Se for considerado o número de cultivares de cada espécie supracitada, verifica-se que continuam sendo mantidos os extensos monocultivos nas principais regiões produtoras do país. O monocultivo é ainda mais sério se considerarmos as cultivares das espécies apomíticas, que são, na realidade, clones.

As forrageiras não possuem um valor intrínseco em si, mas sim no produto final de interesse que é a produtividade animal e a sustentabilidade do sistema de produção. Portanto o melhoramento de forrageiras, diferentemente de outras culturas agrônômicas, deverá focar características que se traduzam em ganho por animal e por área, e a

precocidade com que são obtidos, seja produção de leite, de carne ou couro. Esse trabalho exige maior empenho de equipes multidisciplinares para que as etapas de avaliação sejam complementares e ao envolver pastejo o mais cedo possível no processo de seleção, possam assegurar recomendações com a necessária segurança de desempenho animal. O que vem sendo feito atesta o valor de programas de desenvolvimento de novas cultivares, mas avanços sustentáveis na produção animal dependerão de significativos reforços na estrutura atual.

Nesse sentido considere-se o número reduzido de instituições de pesquisa envolvidas com programas de melhoramento genético de forrageiras visando à obtenção de novas cultivares com maior produtividade e qualidade, e que atendam toda a diversidade ambiental existente em toda área ocupada com a atividade pecuária no país.

A despeito da reconhecida importância das forrageiras na pecuária nacional, na prática há **pouca interação** entre cursos de graduação/pós-graduação em Agronomia e Zootecnia no Brasil com as instituições de pesquisa que praticam o melhoramento genético de espécies forrageiras. O curso de melhoramento de plantas forrageiras **não existe** na grade acadêmica enquanto todas as escolas tradicionais oferecem cursos de melhoramento animal. Essa interação e benefícios são observados para diversas culturas agrônomicas, um quadro que necessita ser mudado para que o Brasil assegure sua liderança no desenvolvimento de cultivares forrageiras tropicais. Deve-se enfatizar que para a maioria das espécies forrageiras tropicais há pouco conhecimento sobre informações básicas necessárias ao melhoramento, principalmente se for considerado que apenas recentemente entraram em processo de domesticação.

As maiores demandas são na avaliação da variabilidade genética intraespecífica, entre e dentro de acessos; realização de testes de progênies; de híbridos; quantificação dessa variabilidade; estudos de herdabilidade envolvendo as características mais importantes para a produção animal; elaboração e condução de estratégias e métodos de melhoramento; avaliação da interação genótipos x ambientes; realização de atividades de suporte, tais como: avaliação de doenças e pragas; análises laboratoriais de caracteres associados à qualidade; estudos de citogenética e de viabilidade de híbridos intra e interespecíficos; identificação desses híbridos; determinação de taxas de cruzamento; uso de métodos fisiológicos associados à indução de florescimento; armazenamento de pólen visando sobrepor limitações de cruzamentos potenciais, entre outros. Trata-se de um campo extenso a ser explorado academicamente, mas que associado à prática em estações experimentais tem um potencial imensurável de alavancar a produção animal em base sustentável.

Deve-se ainda considerar que as diversas espécies forrageiras sob melhoramento e em uso no Brasil apresentam níveis diferentes de avanço nos seus métodos e conhecimentos básicos, colocando-as em patamares diferentes de demanda de pesquisa. Urge uma discussão ampla do estado da arte, da definição de estratégias e de prioridades. Cabe ainda levantar que dos potenciais 30 mil acessos em coleções de forrageiras tropicais em bancos de germoplasma, nem 5% são utilizados como cultivares forrageiras no mundo (Valle, 2001 citando Hanson e Maass, 1999), caracterizando uma considerável subutilização dos recursos genéticos. Há, portanto espaço de sobra para trabalho de novas equipes tanto no setor público ou no privado.

No Brasil, como na maioria dos países de destaque na pecuária tropical, os programas de melhoramento são conduzidos essencialmente em **instituições públicas de ensino e pesquisa**. Como o recurso público para expansão de trabalhos e das equipes não

apenas no Brasil como em todo o mundo é cada vez mais reduzido, a situação é deveras preocupante. Nas forrageiras temperadas a iniciativa privada assumiu um papel preponderante e realiza o melhoramento e desenvolvimento de novas cultivares de plantas forrageiras como a alfafa, azevém, trevos e também de gramíneas para campos de golfe, turfe, e outros esportes, com investimentos consideráveis e tecnologias de ponta. Esse espaço ainda não foi ocupado nas regiões tropicais, mas há iniciativas promissoras: o apoio da iniciativa privada, com destaque para as empresas produtoras de sementes forrageiras aos programas de melhoramento da Embrapa. A parceria com a iniciativa privada, que já era um procedimento comum desde a década de 80 em países como Estados Unidos, apenas recentemente foi viabilizada no Brasil através da UNIPASTO – Associação de melhoramento para o fomento de pesquisa em forrageiras tropicais”- visando a multiplicação de sementes e nas estratégias de marketing das novas cultivares. Um passo importante, pois o sucesso de uma cultivar só pode ser quantificado através de sua adoção pelos produtores que no caso da forragicultura brasileira, passa pela produção, recomendação e comércio de sementes liderado pelas empresas sementeiras.

O melhoramento genético de forrageiras tradicionalmente tem sido dirigido para a produtividade animal, muito mais no aspecto quantitativo, no qual se avalia o rendimento, persistência e resistência às pragas das espécies pesquisadas. Enquanto esses critérios permanecem importantes outros objetivos devem e vêm sendo agregados visando melhorar o valor qualitativo das forrageiras, tais como, teores de nutrientes, resposta a níveis de fertilizantes, arquitetura da planta favorecendo altas porcentagens de folhas, proporção e arranjo anatômico dos tecidos foliares, entre outros. Portanto é de se esperar progressos de impacto nesta área para um futuro próximo.

O sucesso de um programa de melhoramento genético depende, fundamentalmente, de conhecimentos sólidos em pelo menos cinco áreas (adaptado de Resende et al., 2000):

- I- Conhecimento da demanda mercadológica e adequação do produto em atendê-la;
- II- Conhecimento do produto final de interesse, com suas relações mercadológicas, exigências qualitativas e formas de uso pelo consumidor;
- III- Conhecimento e disponibilidade de germoplasma para obtenção de tais produtos, notadamente de variação biológica entre espécies no gênero, entre populações dentro de espécies e dentro de populações;
- IV- Conhecimento de metodologias de estimação de parâmetros genéticos e de seleção, destacando-se o emprego eficiente das técnicas de genética quantitativa e molecular, visando conhecer o controle genético e inter-relações, envolvendo os caracteres associados aos produtos finais de interesse, com vistas à adoção de eficientes métodos de seleção e de melhoramento;
- V- Conhecimento de fatores ambientais que afetam a expressão fenotípica, notadamente fatores edáficos, climáticos e técnicas de cultivo e exploração do produto.

As áreas de conhecimento citadas nos itens III, IV e V são particularmente importantes no melhoramento de forrageiras. Inicialmente, deve-se considerar o fato das principais espécies de gramíneas forrageiras cultivadas no Brasil terem sido introduzidas, principalmente da África. Apesar de existirem bancos de germoplasma ativos, amplamente conhecidos em suas características morfoagronômicas, muito ainda deve ser realizado a fim de dar suporte ao programa de melhoramento. Um caso específico pode ser citado para *Brachiaria spp.*, cujas espécies de maior importância forrageira são apomíticas, com ampla

plasticidade fenotípica, mas sem variabilidade genética dentro de acesso para seleção. Tal variabilidade pode ser gerada por meio de cruzamentos intra e interespecíficos. No primeiro caso há o limite do número de acessos sexuais disponíveis no banco, cuja ampliação está condicionada a novas coletas. No segundo caso criam-se problemas de ordem cromossômica, podendo ser gerados indivíduos inférteis, entre outros viáveis e férteis.

Esse trabalho está condicionado à cooperação de uma equipe multidisciplinar que envolva a assessoria direta de um citogeneticista e sua equipe, como já o é o caso da *Brachiaria*. Essa observação é também válida para o melhoramento do *Panicum maximum*.

De qualquer forma, e reforçando o que foi dito acima, o êxito de qualquer programa com forrageiras está na dependência do envolvimento de equipes multidisciplinares, em função da complexidade dos objetivos e critérios de seleção e do trabalho a ser desenvolvido nos vários locais e com inúmeras avaliações.

Consideremos a seguir os aspectos da Biotecnologia no sentido específico. Um dos objetivos primordiais do melhorista consiste em aprimorar cultivares existentes que são deficientes em certas características de interesse agrônomo. Rotineiramente este aprimoramento é feito por meio de cruzamentos das cultivares comerciais com linhagens que possuem as características desejadas. Esse processo que envolve a introgressão de genes de interesse, embora efetivo, é relativamente lento, uma vez que envolve cruzamentos em várias gerações e uma seleção fenotípica altamente criteriosa para a identificação dos materiais elite. Ao realizar os cruzamentos genes indesejáveis ligados às características de interesse podem ser também introduzidos e necessitam ser eliminados através de gerações de seleção.

Embora a base genética de algumas características de interesse seja conhecida, pode-se dizer que os caracteres de maior importância, freqüentemente, são poligênicos com herança genética complexa e pouco conhecida. Apesar disso, o melhoramento tem proporcionado um aumento contínuo da produtividade das plantas cultivadas. Entretanto, ganhos adicionais exigirão, cada vez mais, um melhor conhecimento da biologia das espécies, bem como, da resposta à seleção ao nível genotípico (Souza, 2001).

Uma série de exemplos ilustram o uso de recursos genéticos para melhorar as variedades modernas de plantas. Neste contexto, a biotecnologia surgiu para amplificar estas possibilidades. Metodologias de biologia molecular e celular têm sido amplamente utilizadas em grandes culturas seja para a conservação *in situ* e *ex situ* de recursos genéticos; no estudo da organização e da evolução de genomas; no isolamento e na caracterização de genes que codificam características específicas e na comparação da variabilidade inter e intra específicas, para citar somente algumas vantagens. Programas de melhoramento de forrageiras temperadas como alfafa e azevém na Europa e Estados Unidos já utilizam essas ferramentas na obtenção de variedades, enquanto forrageiras tropicais ainda carecem de estudos básicos que vão desde a definição do tamanho de genoma até estabelecimento de protocolos de extração de DNA e escolha de marcadores moleculares eficientes, portanto há muito o que realizar até que essas ferramentas se tornem rotina no melhoramento tropical. Os primeiros passos vem sendo dados e espera-se resultados a curto prazo pois a aplicação das técnicas envolvem testes de rápida execução.

A genética molecular já provocou profundos impactos no melhoramento vegetal. O surgimento de métodos de detecção de polimorfismos genéticos, os chamados marcadores moleculares, permitiu a realização de uma caracterização significativa dos genomas. Progressos no desenvolvimento de diferentes sistemas baseados em PCR (*Polimerase Chain Reaction*) abriram as portas para uma exploração ampla de grandes números de

indivíduos, a baixo custo e em tempo consideravelmente reduzido. Inúmeras foram as técnicas desenvolvidas, e incontáveis são os resultados obtidos com a sua utilização em milho, soja, trigo, eucaliptos e tantas outras culturas. Atualmente, os programas de melhoramento dessas culturas utilizam-se de marcadores moleculares como ferramenta primordial para a obtenção de informações genéticas que não podem ser obtidas pelas limitações decorrentes do uso exclusivo de marcadores morfológicos (Ferreira & Grattapaglia, 1998). Mapas de ligação foram desenvolvidos para diversas espécies e têm sido combinados com dados fenotípicos para identificar regiões genômicas contendo genes que codificam características de interesse. Várias dessas regiões foram posteriormente caracterizadas e até mesmo manipuladas em programas de melhoramento (Hoisington et al., 1999).

Vários genes de interesse agrônomo, de origem vegetal e não vegetal, já foram introduzidos em culturas economicamente importantes, como milho, soja, canola e algodão, por meio da transformação genética, e estas culturas encontram-se atualmente disponíveis no mercado mundial, em países em que a comercialização de transgênicos é permitida (James, 2002).

Em tempos mais recentes, a pesquisa genômica tem alterado profundamente a maneira como os biólogos encaram os organismos de estudo. Este ramo da ciência procura entender como os genes e genomas estão estruturados, como eles funcionam e em que processos eles estão envolvidos (McCouch, 1998). A obtenção deste tipo de informação tem provocando uma alteração no tipo de questionamento feito pelos cientistas bem como uma modificação na adoção de estratégias para geração de alimentos e para melhoria da saúde humana. Os trabalhos baseiam-se em análises computacionais sofisticadas de grandes conjuntos de dados gerados por sistemas automatizados de seqüenciamento de genomas completos e funcionais. As iniciativas genômicas voltadas para a agricultura têm inclusive dado suporte à construção e à revisão de mapas genéticos montados com base em marcadores moleculares para diversas culturas e para outras espécies de interesse menos globalizado, porém não menos importantes. Esse conjunto de informações têm ajudado a localizar precisamente genes e QTLs (*Quantitative Trait Loci*) - loci que codificam características quantitativas - responsáveis por atributos de interesse agrônomo.

Em contraste com os estudos já desenvolvidos para grandes culturas, poucos avanços foram alcançados para forrageiras. Nestas, o melhoramento genético de espécies utilizadas como forragens, principalmente das espécies tropicais, segue o tradicional como descrito acima e revisado por Pereira et al., (2001). No entanto, a comparação dos mapas genéticos obtidos para gramíneas demonstrou que os genomas nesse grupo vegetal apresentam um alto grau de conservação (McCouch, 1998; Feuillet & Keller, 1999), o que significa que sondas e marcadores obtidos para milho, trigo, e outras podem bem ter sucesso no estudo das forrageiras. Deste modo, se por um lado há a carência de conhecimentos sobre a genética de forragens, a disponibilidade de informações para grãos e cereais, e para leguminosas como a soja, favorece e vem servindo como base para o estudo de espécies forrageiras. Nestas o estágio atual é o da busca de marcadores moleculares, especificamente RAPD e microsatélites, com a finalidade de caracterizar a diversidade genética nas coleções de trabalho em *P. maximum*, *Brachiaria* spp., *Stylosanthes*, e trevos.

A escassez de recursos para financiamento de pesquisas em todo o mundo, aliada aos elevados custos envolvidos neste tipo de trabalho contribuem para o atual atraso na aplicação destas técnicas nos países emergentes. No Brasil, se por um lado a falta de financiamento retarda o desenvolvimento de pesquisas nesta área, é fato que a falta de

valorização dessas espécies para a pecuária nacional, dificilmente justificável, impede que os poucos recursos disponíveis sejam canalizados para a aplicação de biotecnologia na obtenção de novas cultivares. Se são poucas as equipes de melhoristas tropicais conforme apontado anteriormente, o corpo técnico brasileiro especializado em biotecnologia de pastagens consiste de ainda menos pessoas e que certamente não conseguirão sozinhos atender à demanda nacional dos programas de melhoramento das forrageiras.

A crescente pressão mundial para geração de comida em sistemas ambientalmente viáveis, faz com que as ciências biológicas e, em particular, a genética, despertem a atenção da opinião pública no século 21, que deverá desempenhar um papel fundamental na alimentação do planeta nos próximos anos. O conjunto de técnicas biotecnológicas deverá propiciar um melhor uso dos recursos genéticos, visando aumentar a produtividade, qualidade e sustentabilidade dos sistemas de produção vegetal.

Concluindo, a mensagem a ser veiculada é que importantes progressos foram alcançados na forragicultura tropical nestes últimos 20 anos. Estes muito colaboraram para colocar o Brasil em posição de destaque na produção animal e como maior exportador mundial de sementes de forrageiras tropicais. Mas é importante reconhecer que há muito a ser feito para o tamanho das equipes envolvidas e das novas técnicas que se apresentam para tornar o desenvolvimento de novas cultivares mais eficiente e segura. É essencial que as universidades invistam na formação de novos “pastólogos” com ênfase no melhoramento, pois daí sairão os futuros profissionais com habilidades para produzir grandes impactos na produção animal via diversificação de pastagens, melhor utilização dos recursos genéticos, identificação precoce e eficiente de características que solucionem os problemas emergentes das cultivares em uso, melhoria das metodologias de caracterização e triagem em forrageiras.

Outro elo importante nesse progresso é o envolvimento do setor privado (firmas de produção de sementes e de consultoria agropecuária), usuário imediato dos benefícios da pesquisa hoje largamente concentrada em instituições públicas, seja no financiamento das atividades de pesquisa seja na criação de equipes próprias de desenvolvimento tecnológico, dando emprego a tantos especialistas bem capacitados saídos das nossas universidades. Só assim será possível acompanhar as demandas em quantidade e qualidade de pastagens, dos animais com potencial genético cada vez maior e manter a sustentabilidade e pujança dos sistemas de produção animal nos trópicos.

Referências:

- ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2004. 376 p.
- BARCELLOS, A de O.; VILELA, L. Possibilidade de integração da atividade leiteira em decorrência da integração agricultura-pecuária. In: SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1999, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Embrapa CNPGL, Goiana: Serrana Nutrição Animal/CNPq, 1999. p. 171 – 183.
- BARCELLOS, A.O.; PIZARRO, E.A.; COSTA, N.L. Agronomic evaluation of novel germplasm under grazing: *Arachis pintoi* BRA-031143 and *Paspalum atratum* BRA-009610. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg, *Proceedings...* Winnipeg: 1997. p.47-48.

- BATISTA, L.A.R.; GODOY, R. BAETÍ - Embrapa 23, uma nova cultivar do capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 204-213, 1995.
- BURTON, G.W.; GATES, R.N.; HILL, G.M. Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. *Crop Science*, 33:644, 1993.
- CHAUME, R. Organisation de la variabilité génétique du complexe agamique *Panicum maximum* Jacq. en vue de son utilisation en amélioration des plantes. Paris: ORSTOM, 1985. 243p. (ORSTOM. Travaux et Documents, 184).
- DUVICK, D.N. The profile of a plant breeder for the third millenium. B10WORK II. In: **Plant breeding in the turn of the millennium**. Borém, A., Giúdice, M.P., Sakiyama, N.S. (eds). UFV, Viçosa. pp.133-182. 1999.
- EMBRAPA CERRADOS. Estabelecimento e utilização do estilosantes Mineirão. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1998. 6 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 74).
- EMBRAPA GADO DE CORTE. Capim Tanzânia-1. Uma opção para a diversificação das pastagens. Campo Grande, MS,. 1990. 1 folder.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001. 5p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 69).
- EMBRAPA GADO DE CORTE. Estilosantes Campo Grande: estabelecimento, manejo e produção animal. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 8p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 61).
- EUCLIDES, V.P.B. Novidades em forrageiras para a pecuária em regiões tropicais. Trabalho apresentado no SEMINÁRIO DE PASTURAS Y SUPLEMENTACION ESTRATEGICA EM GANADO BOVINO, IICA - Universidad Nacional de Asuncion – Facultad de Ciencias Veterinarias, Assunção, 2002.. 12p. Digitado.
- EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.do; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Evaluation of *Brachiaria brizantha* ecotypes under grazing in small plots. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. Proceedings... São Pedro: FEALQ, 2001. p. 535-537.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3 ed. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília. 1998.
- FEUILLET, C.; KELLER, B. 1999. High gene density is conserved at syntenic loci of small and large grass genomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 96:8265-70.
- GHISI, O. M.A.A. *Brachiaria* na pecuária brasileira: importância e perspectivas. In: Paulino, V.T. et al., (eds). ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiaria*, 2, Nova Odessa. IZ e FAPESP, p.1-43. 1991
- HANSON J.; MAASS B.L. Conservation of tropical forage genetic resources. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1993, Winnipeg, *Proceedings...*, Winnipeg, v. 3, pp. 31-36.
- HOISINGTON, D.; KHAIRALLAH, M.; REEVES, T.; RIBAUT, J.M.; SKOVMAND, B.; TABA, S.; WARBURTON, M. Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 96:5937-43. 1999.
- JAMES, C. Preview: Global status of commercialized transgenic crops: 2002. *ISAAA Briefs* 27. ISAAA: Ithaca, NY. 2002.

- JANK, L.; SAVIDAN, Y.H.; SOUZA, M. T. De; COSTA, J.C.G. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África: 1. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.433-440, 1994.
- JANK, L. 1995. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 12., Piracicaba. *Anais...* Piracicaba : FEALQ, p.21-58.
- JANK, L.; CALIXTO, S.; COSTA, J.C.G.; SAVIDAN, Y.H.; CURVO, J.B.E. Catalog of the characterization and evaluation of the *Panicum maximum* germplasm: morphological description and agronomical performance. Campo Grande, MS: EMBRAPA Gado de Corte, 1997. 53p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 68).
- LASCANO, C. E.; EUCLIDES, V.P.B. Nutritional quality and animal production of Brachiaria Pastures. In: **Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement**. Miles, J.W., Maass. B.L. e Valle, C.B.do (eds). Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA . CIAT Publication Nº 259. pp-225-246. 1996
- LASCANO, C.E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: P.C. Kerridge, Hardy, B. (eds.). **Biology and agronomy of forage Arachis**, pp.109-121. 1993. CIAT publication No.240.
- MCCOUCH, S. 1998. Toward a plant genomics initiative: Thoughts on the value of cross-species and cross-genera comparisons in the grasses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 95: 1983-95.
- PEREIRA, A.V.; VALLE, C. B. DO; FERREIRA, R.P.; MILES, J.W. Melhoramento de forrageiras tropicais. In Nass, L.L., Valois, A.C.C., de Melo, I.S., Valadares-Inglis, M.C. (eds.). **Recursos Genéticos & Melhoramento – Plantas**, 549-602. Fundação MT, MT. 2001.
- PEREIRA, J. M. Amendoim forrageiro cv. Belmonte. 2003. In: http://www.ceplac.gov.br/amendoim_forrageiro.htm
- RESENDE, M.D.V.; STURION, J.A.; CARVALHO, A.P.; SIMEÃO, R.M.; FERNANDES, J.S.C. Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela Embrapa – Resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 66p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 43).
- RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; BONATO, A.L.V.; JANK, L.; CALIXTO, S.; CARVALHO, J. Estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos de cruzamentos interespecíficos em *Brachiaria*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Anais... 2002, Recife, SBZ. 2002. 1CD-ROM. Forragicultura.
- SOUZA, A. P. de. 2001. Biologia molecular aplicada ao melhoramento. In Nass LL, Valois A.C.C., de Melo I.S, Valadares-Inglis MC (eds.). **Recursos Genéticos & Melhoramento – Plantas**, 549-602. Fundação MT, MT.
- SPAIN, J.M.; AYARZA, M.A. Tropical pastures target environments. In: **Pastures for the tropical lowlands: CIAT's contribution**. CIAT, Cali, p.1-18. 1992.
- VALLE, C.B. DO. Genetic resources for tropical areas: achievements and perspectives. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., Proceedings... 2001, São Pedro: FEALQ. 2001.1CD-ROM. Theme-12. Forage Breeding and Genetics. Plenary paper.

- VALLE, C.B.DO; SAVIDAN, Y.H. Genetics, Cytogenetics, and Reproductive Biology of *Brachiaria*. In: ***Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement***. Miles, J.W., Maass. B.L. e Valle, C.B.do (eds). Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA . CIAT Publication Nº 259. pp-147-163. 1996.
- VALLS, J.F.M.; CORADIN,L. Recursos genéticos de plantas forrageiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 3. Fundação Cargill, Anais... Campo Grande, 1986. pp.19-34.
- VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SOARES, W. Experiências da Embrapa Cerrados no restabelecimento da capacidade produtiva das pastagens do Cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL: PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS TROPICAIS SUL-AMERICANA. 2001, Santo Antônio de Goiás, GO. *Anais...* Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Cerrados, Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p. 94-124.