

O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil

Cacilda Borges do Valle¹, Liana Jank¹, Rosângela Maria Simeão Resende¹

RESUMO

As plantas forrageiras, base alimentar da bovinocultura de corte e de leite, são de grande importância para o Brasil, pois a criação de animais em pasto promoveu um diferencial qualitativo para a carne brasileira e colocou o País como maior exportador desse produto no mundo. O melhoramento de forrageiras tropicais, no Brasil e no mundo, é uma atividade recente, dos últimos 30 anos, e demanda equipes multidisciplinares. Por limitações de germoplasma, de equipes com conhecimentos básicos e de métodos eficientes de triagem para avaliar os complexos critérios de mérito, são poucos os gêneros e espécies trabalhados com o fim de responder à urgente demanda por diversificação dos extensos monocultivos que se formaram no Brasil Central. Mesmo assim, os cultivares liberados, principalmente pela Embrapa, na sua maioria selecionados a partir da variabilidade natural, espelham o sucesso do método utilizado e respondem por mais de 70% do mercado de sementes forrageiras. Este trabalho apresenta um perfil do melhoramento de forrageiras tropicais e faz um resumo das atividades e perspectivas do melhoramento de *Brachiaria* spp., *Panicum maximum* e *Stylosanthes* spp.

Palavras-chave: apomixia, desenvolvimento de cultivares, germoplasma, seleção

ABSTRACT

Tropical forage breeding in Brazil

Forage plants represent a very important resource for Brazil since they are the basis for beef and dairy production systems. Pasture based cattle production system promoted Brazilian beef as a high quality, natural beef and placed the country as the top beef exporting country in the world. Tropical forage breeding is a recent activity, it has become more important in the past 30 years, and demands multidisciplinary teams. Limitations concerning germplasm, teams trained on the basic aspects of forage breeding, and efficient screening techniques to evaluate the complex merit criteria explain why only a few genera and species have been bred to tackle the urgent demand for pasture diversification to counteract extensive monocultures formed in Central Brazil. Even so, cultivars released mainly by Embrapa, mostly by selection on the natural variability in germplasm collections, reflect the success of the used methodology and account for over 70% of the commercialized forage seed. This paper presents a profile of forage breeding programs and summarizes the activities and prospects of *Brachiaria*, *Panicum maximum* and *Stylosanthes* spp breeding.

Key words: Apomixis, cultivar development, germplasm, selection

Recebido para publicação em junho de 2009 e aprovado em julho de 2009

¹ Embrapa Gado de Corte, Caixa Postal 154, 79002-970 Campo Grande, MS. E-mails: cacilda@cnpqc.embrapa.br; liana@cnpqc.embrapa.br; rosangela@cnpqc.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Plantas forrageiras podem ser definidas como todas aquelas consumidas por herbívoros e, por isso, abrangem variada gama de gêneros e espécies, desde herbáceas até arbustivas (Pereira *et al.*, 2001). Poucas ganharam destaque comercial e abrangência, seja por resultarem em maior produtividade animal, ou pela facilidade de cultivo, ou por apresentarem resistência a estresses bióticos e, ou, abióticos. Assim, nas regiões de clima temperado sobressaíram-se, especialmente, as leguminosas: alfafa (*Medicago sativa*) e os trevos (*Trifolium spp.*), e gramíneas dos gêneros *Lolium*, *Bromus*, *Dactylis* e *Phalaris*. Nas regiões tropicais, as gramíneas de origem africana (*Panicum*, *Brachiaria*, *Pennisetum*) são as mais usadas em pastagens solteiras, ou, quando consorciadas, usam-se as leguminosas herbáceas provenientes da América do Sul (*Stylosanthes* ou *Arachis*). Menos frequentes são as leguminosas dos gêneros *Desmodium* e *Centrosema*. Algumas arbustivas, como o *Cajanus*, *Leucaena* e *Cratylia*, ganharam algum destaque nas últimas décadas.

O tema do melhoramento genético de forrageiras tropicais foi tratado, em trabalhos recentes, por Pereira *et al.* (2001), Miles *et al.* (2004), Jank *et al.* (2005a), Karia *et al.* (2006), Araújo *et al.* (2008) e Valle & Pagliarini (2009). Neste trabalho será traçado um perfil do melhoramento de forrageiras tropicais, no Brasil, desde seu início até os dias atuais, apontando perspectivas dessa que é uma atividade muito recente em todo o mundo.

IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS FORRAGEIRAS

Pastagem é a formação vegetal mais comum e de maior extensão na Terra, adaptando-se a condições tão variadas quanto a tundra típica do círculo ártico, até o seco e quente Sahel, ao redor do deserto do Sahara, onde estima-se que, há sete mil anos atrás, ocorreu a domesticação de duas importantes gramíneas: o sorgo e o arroz africano (Darwin, 1859). As plantas constituintes das pastagens, ou plantas forrageiras, são aquelas consumidas por animais, em geral ruminantes, e que concorrem para seu desenvolvimento e reprodução. As forrageiras bem sucedidas, por sua vez, são aquelas que desenvolveram, ao longo de sua evolução, mecanismos de escape ao superpastejo e aos predadores, além de adaptação a condições edafo-climáticas adequadas à sua sobrevivência e dispersão. Esse tipo de estratégia exigiu forte e constante exposição a herbívoros e, talvez por essa razão, as gramíneas africanas, tais como as dos gêneros *Panicum*, *Brachiaria*, *Pennisetum*, são as mais utilizadas para formação de pastagens no mundo tropical. Em comparação, as gramíneas e leguminosas forrageiras nativas do Brasil são menos utilizadas, por não possuírem a capacidade de suporte e a rápida rebrota necessária aos

sistemas de produção animal a pasto, possivelmente por não terem evoluído sob forte pressão de herbívoros. A América tropical, embora possua uma grande riqueza em espécies, apresenta muito poucas espécies de animais herbívoros (Walton, 1983).

A produção de bovinos de corte no Brasil tropical é realizada, essencialmente, sobre pastagens destinadas à produção de leite. Em 1995, 153 milhões de bovinos eram criados em 178 milhões de hectares. Em 2006, segundo o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), eram 170 milhões de cabeças em 172 milhões de hectares de pastagens, das quais cerca de 120 milhões de hectares são pastagens cultivadas (Macedo, 2006). Houve, portanto, um aumento da eficiência, sem alterar a área de pastagem utilizada. Essa eficiência na conversão de pastagem em produtos animais é fruto, tanto do melhoramento animal, como das pastagens e fez do Brasil o segundo maior produtor e, desde 2004, o maior exportador de carne bovina no mundo (FAOSTAT, 2007).

Apesar da grande importância das forrageiras tropicais, os programas de melhoramento são recentes e contam com poucos especialistas, não apenas no Brasil, como em todo mundo tropical.

O MELHORAMENTO DE PLANTAS FORRAGEIRAS

O conceito de melhoramento de pastagens é frequentemente confundido com o de melhoramento de forrageiras. Entre 1950 e 1980, investiu-se muito no melhoramento da pastagem nativa, por meio de introdução de leguminosas, de adubações em linhas ou na superfície, de manejos estratégicos, controlando pressão de pastejo e recomendando-se, inclusive, o uso do fogo controlado (Valle *et al.*, 2008). Também era considerado “melhoramento” a substituição da pastagem nativa por pastagens cultivadas com forrageiras exóticas, solteiras ou consorciadas com leguminosas tropicais, oriundas de programas de melhoramento estrangeiros. Esse conceito de melhoramento proporcionou um aumento na capacidade de suporte das pastagens, acompanhado por um aumento na qualidade da forragem, o que resultou no aumento de ganho em peso por animal e por área.

A partir de meados da década de 1980, e com a coleta de recursos genéticos forrageiros, tanto no Brasil, como na África, formou-se um novo conceito de desenvolvimento de cultivares, visando a explorar a variabilidade natural das coleções, bem como a gerar nova variabilidade por meio de cruzamentos (Savidan *et al.*, 1985). A seleção, a partir da variabilidade natural nessas coleções, tem sido o principal método de desenvolvimento de cultivares, utilizado para forrageiras tropicais no Brasil (Miles & Valle, 1996; Hacker & Jank, 1998; Pereira *et al.*, 2001; Jank *et al.*, 2005a; Miles, 2007). Para muitas espécies nativas e exóticas, esse processo con-

tinua válido e deverá ser responsável pela obtenção, em curto prazo, de cultivares superiores (Savidan & Valle, 1999). Esse método, apesar de mais simples e rápido, é finito, visto que se baseia apenas na avaliação da capacidade adaptativa de materiais coletados na natureza. O melhoramento de forrageiras via recombinação genética passa, portanto, a se constituir na melhor opção na geração de novos cultivares. Foram geradas informações básicas, necessárias ao melhoramento por cruzamentos, durante os 20 anos desse processo de seleção em coleções de germoplasma, mas, mesmo assim, ainda são poucos os cultivares de forrageiras tropicais disponíveis e, desses, um pequeno número é resultado de programas de cruzamentos no Brasil (para consultar o registro de cultivares: [http://www.agricultura.gov.br/Serviços; Sementes e Mudanças; Cultivares Registradas](http://www.agricultura.gov.br/Serviços;Sementes_e_Mudas;Cultivares_Registradas)). Apesar disso, o incremento em produção animal que se obteve, principalmente, nos últimos 20 anos, foi significativo e colocou o Brasil nos patamares de produção e de exportação em que hoje se encontra (Valle, 2001).

O melhoramento genético *stricto sensu* de forrageiras tropicais, no Brasil, envolve poucos profissionais e os programas estão concentrados em instituições públicas, em contraste com o melhoramento de alfafa, azevém e trevos, na Europa e América do Norte, onde empresas multinacionais alocam grandes investimentos e esforços, produzindo e comercializando anualmente centenas de novos cultivares (Pereira *et al.*, 2001). Há uma carência generalizada de equipes de melhoristas de forrageiras nos trópicos e uma grande ausência do melhoramento de forrageiras nas grades de cursos das universidades brasileiras, o que resulta em lentos progressos no desenvolvimento de novos cultivares. Enquanto programas com forrageiras temperadas fazem uso de melhoramento assistido por marcadores, o mundo tropical depende ainda de seleção de cultivares de alguns poucos gêneros, a partir da variabilidade existente na natureza, pois as informações básicas e as coleções de germoplasma não estão disponíveis para a maioria das espécies tropicais.

As principais limitações ao melhoramento de forrageiras tropicais foram enumeradas por diferentes autores (Cameron, 1983; Miles & Valle, 1994; Miles, 2001; Pereira *et al.*, 2001; Valle, 2001; Miles *et al.*, 2004; Jank *et al.*, 2005b) e são: a) limitado acesso a coleções de germoplasma representativas da variabilidade natural; b) número elevado de espécies e gêneros candidatos, com pouca ou nenhuma informação sobre sua biologia, variabilidade genética ou agronomia; c) espécies importantes, mas com modo de reprodução complexo (poliploidia, apomixia), não domesticadas (deiscência das sementes, fatores de antiquidade), e utilização métodos de melhoramento não necessariamente eficientes para o programa em questão; d) critérios de mérito complexos e técnicas de triagem deficientes; e) pouco conhecimento do controle gênico dos caracteres agrônô-

micos a serem melhorados; f) falta, nas universidades, de cursos específicos de melhoramento de forrageiras nos trópicos, resultando em pequeno desenvolvimento de experiência acadêmica e poucos gêneros/espécies abordados; e g) restrições orçamentárias e de pessoal fazem que os programas em andamento estejam em instituições públicas, com pouca participação do setor privado, que é o usuário direto dos cultivares gerados.

OBJETIVOS E PRIORIDADES DO MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS

O melhoramento genético deverá trazer, seguramente, grandes impactos à pecuária tropical. Cameron (1983) e Harlan (1983) alertaram, porém, que um programa de melhoramento só se justifica quando o germoplasma da espécie em questão foi explorado e os problemas a serem resolvidos foram identificados. Além disso, conhecimentos sobre a biologia básica da planta (modo de reprodução, nível de ploidia, hábitos de crescimento e floração, etc.) precisam ser adquiridos, para a seleção de genitores e o sucesso nas hibridações (Miles & Valle, 1996; Miles *et al.*, 2004).

O melhoramento de forrageiras tem objetivos semelhantes aos das grandes culturas, quais sejam, o aumento da produtividade e da qualidade, a resistência a pragas e doenças, a produção de sementes de boa qualidade, o uso eficiente de fertilizantes e a adaptação a estresses edáficos e climáticos (Valle *et al.*, 2008). Forrageiras têm, porém, o adicional da utilização animal, uma vez que seu valor é mensurado quando convertido em proteína e produtos animais de alto valor agregado, como carne, leite, couro e peles, portanto, de mensuração indireta.

A Tabela 1 lista os principais programas de melhoramento de forrageiras tropicais e subtropicais.

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE FORRAGEIRAS

A intensificação da atividade pecuária, diante de pressões ecológicas, fundiárias e até mercadológicas, pressupõe o desenvolvimento de cultivares de forrageiras com melhor desempenho e eficiência na utilização dos insumos, visando à utilização sustentável dos recursos naturais. Além disso, as forrageiras desempenham importante papel na integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), contribuindo, tanto para a sustentabilidade biológica, como para a sustentabilidade econômica dos sistemas de produção. Daí a grande demanda por cultivares melhorados e adaptados aos diversos ecossistemas pastoris do país, bem como às particularidades da ILPF. Já existem, inclusive, demandas dos setores de bioenergia e biocombustíveis para cultivares que atendam a essas necessidades. Portanto, os programas de melhoramento devem ser dinâmicos e polivalentes.

Tabela 1. Principais forrageiras tropicais e subtropicais e resumo dos objetivos de seus programas de melhoramento

Espécie	Objetivo do melhoramento	Referência
<i>Andropogon gyanus</i>	Estabelecimento, uniformidade, florescimento tardio e vigor	Batista & Godoy (1995)
<i>Brachiaria</i> spp.	Resistência a cigarrinhas, valor nutritivo, adaptação a solos ácidos, produção de sementes, resistência a <i>Rhizoctonia</i>	Miles & Valle (1996); Valle (2001); Miles (1999); Peters & Lascano (2003)
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Digestibilidade, desempenho agrônomico, produção de primavera, resistência ao frio	Pengelly <i>et al.</i> (1992); Hacker <i>et al.</i> (1995); Hussey & Bashaw (1996)
<i>Cynodon</i> spp.	Produtividade e digestibilidade	Burton & Monson (1988); Burton <i>et al.</i> (1993)
<i>Digitaria</i> spp.	Digestibilidade, produção e qualidade de sementes, produção de folhas, produção de primavera	Hacker (1986); Terblanche <i>et al.</i> (1996); Hacker <i>et al.</i> (1993; 1995)
<i>Panicum maximum</i>	Produção de folhas, adaptação, rebrota, produção de sementes	Machado <i>et al.</i> (1988); Sato <i>et al.</i> (1993); Jank <i>et al.</i> (2001, 2004); Muir & Jank (2004); Resende <i>et al.</i> (2004)
<i>Paspalum</i> spp.	Produtividade, valor nutritivo, resistência a ergot (fungo)	Burton (1989); Schrauf <i>et al.</i> (2003); Batista & Godoy (2000); Venuto <i>et al.</i> (2003)
<i>Pennisetum</i> spp.	Produção de sementes, hábito de crescimento, resistência a cigarrinhas, resistência ao vírus 'kikuyu yellows', digestibilidade	Pereira <i>et al.</i> (2001); Wouv <i>et al.</i> (1999); Diz & Schank (1993); Luckett <i>et al.</i> (1996)

Fonte: Adaptado de Jank *et al.* (2005a).

Os critérios de mérito para plantas forrageiras são complexos, conforme citado anteriormente, pois dependem da intrincada relação solo-planta-animal. Da pressão de seleção sob pastejo, por exemplo, resulta a identificação de características forrageiras importantes, como o perfilhamento, a capacidade de competição e ressemeadura natural, a rebrota e a persistência da planta, bem como o consumo e transformação da forrageira em produto animal para consumo humano (Euclides & Euclides, 1998). Dessa forma, o objetivo do melhoramento não se restringe a obter uma planta mais produtiva, mas a conseguir maior eficiência na sua transformação em produção animal.

As etapas envolvidas no desenvolvimento de novos cultivares são ilustradas na Figura 1, observando-se que o desenvolvimento de novos cultivares forrageiros exige o envolvimento de equipes interdisciplinares, em função da complexidade dos objetivos e critérios de seleção nas várias espécies-alvo. Conforme descrito por Resende *et al.* (2008b), são de capital importância, para o sucesso de um programa de melhoramento, o perfil do melhorista e o seu conhecimento sólido: da demanda mercadológica e da adequação do produto para atendê-la; do produto final de interesse, com suas relações mercadológicas, exigências qualitativas e formas de uso pelo consumidor; da disponibilidade de germoplasma para obtenção de tais produtos, notadamente da variação biológica entre espécies no gênero, entre populações dentro de espécies e de subpopulações dentro de populações; de métodos de

estimação de parâmetros genéticos e de seleção, destacando-se o emprego eficiente das técnicas de genética quantitativa e molecular, visando a conhecer o controle genético e as interrelações dos caracteres associados aos produtos finais de interesse, com vistas à adoção de métodos eficientes de seleção e de melhoramento; e de fatores ambientais que afetam a expressão fenotípica, notadamente fatores edáficos, climáticos e técnicas de cultivo, manejo e exploração do produto.

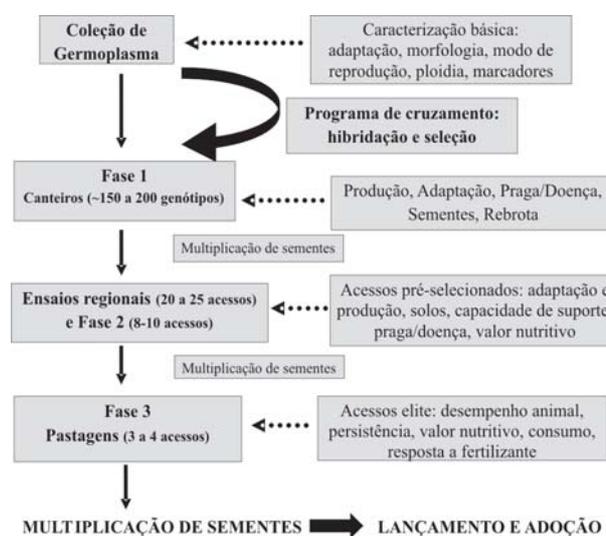


Figura 1. Etapas no desenvolvimento de cultivares de gramíneas apomíticas. Fonte: Valle *et al.* (2008).

O MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Brachiaria*

Gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* alcançaram grande importância econômica no Brasil, nos últimos 30 anos, viabilizando a atividade pecuária nos solos fracos e ácidos dos Cerrados e promovendo novos pólos de desenvolvimento e colonização no Brasil Central.

Brachiaria pertence à tribo Paniceae e compreende cerca de 100 espécies, distribuídas pelas regiões tropicais e subtropicais, mas com grande concentração no continente africano, em habitats variados, desde várzeas inundáveis até savanas. As principais espécies forrageiras de importância econômica nas Américas, originárias da África do leste, são: *B. arrecta* (= *B. radicans*); *B. brizantha*; *B. decumbens*; *B. dictyoneura*; *B. humidicola*; *B. mutica* e *B. ruziziensis*.

Sua introdução nas Américas aconteceu em 1952 e depois, de forma mais intensa, a partir de 1965, mais recentemente, portanto, do que os outros gêneros, como *Panicum* (capim-colonião), *Pennisetum* (capim-elefante), *Melinis* (capim-gordura) ou *Hyparrhenia* (capim-jaraguá), trazidos da África na época colonial (Parsons, 1972). Por uma adaptação excepcional a solos ácidos e de baixa fertilidade natural, alguns poucos ecotipos de braquiária, introduzidos entre 1965 e 1975, tiveram, nas três décadas seguintes, ampla expansão nos cerrados brasileiros e savanas da América tropical. Fala-se nas eras antes e após a braquiária no Brasil Central pecuário. Ao longo desse tempo, a tecnificação da produção de sementes para suprir esse grande mercado colocou o Brasil como o maior produtor e exportador de sementes de forrageiras tropicais do mundo. Assim, cultivares produzidos para os ecossistemas brasileiros acabam por atingir sistemas de produção de ruminantes ao redor do mundo tropical, constituindo um enorme desafio, oportunidade e responsabilidade para os programas brasileiros de melhoramento de forrageiras.

Existem fontes de informações específicas e recentes sobre o melhoramento de *Brachiaria* em: Miles *et al.* (2004), Karia *et al.* (2006), Miles (2007), Valle *et al.* (2008), e Valle & Pagliarini (2009). Dentre os estudos básicos necessários ao programa de melhoramento, como o de braquiárias, a citogenética mostrou-se crucial, não apenas para auxiliar na seleção de genitores compatíveis - determinando-se o nível de ploidia e a ausência de anormalidades meióticas que comprometam a viabilidade dos gametas - como, também, para a elucidação de problemas de fecundidade e produção de sementes viáveis em híbridos selecionados pelo bom desenvolvimento vegetativo. Uma revisão abrangente da citogenética de *Brachiaria*, publicada recentemente, discute os aspectos evolutivos das espécies, as anormalidades encontradas e suas implicações na seleção de genitores e híbridos no programa de melhoramento (Valle & Pagliarini, 2009).

Muito importante também foi determinar o modo de reprodução dos genótipos selecionados e dos genitores envolvidos no programa. A apomixia em *Brachiaria* é a aposporia do tipo *Panicum* e é, geralmente, facultativa, isto é, algumas flores exibem ocasionalmente sacos meióticos passíveis de serem fecundados e originarem híbridos. Fosse a apomixia obrigatória, o melhoramento genético dessas plantas seria impossível, uma vez que não permitiria cruzamentos e introgressão de genes, para gerar nova variabilidade. Daí a importância de determinar o modo de reprodução, tanto nos acessos do germoplasma, a fim de identificar plantas sexuais ou apomíticas facultativas de alta sexualidade, como nas progênes. Essas plantas com megagametófitos funcionais, portanto, com gametas reduzidos, podem ser polinizadas por plantas apomíticas, que produzem pólen normal e, com isso, progênes segregantes são produzidas e genótipos superiores podem ser selecionados.

No programa de melhoramento de *Brachiaria*, são reconhecidas algumas deficiências dos cultivares utilizados comercialmente: *B. decumbens* cv. Basilisk é susceptível à cigarrinhas-das-pastagens; *B. brizantha* cv. Marandu é resistente ao inseto, mas susceptível a *Rhizoctonia* e menos persistente em solos ácidos, pobres e mal drenados; *B. humidicola* comum é bem adaptada a condições de solos mal drenados, mas apresenta menor valor nutritivo e é apenas tolerante a cigarrinhas-das-pastagens; *B. ruziziensis*, a única espécie sexual, mas diploide, entre essas, apresenta o melhor valor nutritivo, porém é susceptível a cigarrinhas-das-pastagens e não persiste em solos ácidos nem tolera longos períodos secos (Miles & Valle, 1996; Miles *et al.*, 2004).

A avaliação agrônômica de acessos do banco de germoplasma descortinou uma variabilidade significativa, permitindo a seleção de ecotipos promissores e potenciais parentais apomíticos, tanto no Brasil, como na Colômbia (Valle & Miles, 2001; Miles *et al.*, 2004).

O programa de melhoramento da Embrapa Gado de Corte foi iniciado com o objetivo de obter híbridos persistentes, que reunissem características desejáveis de dois ou mais progenitores agronomicamente promissores, tais como adaptação a solos ácidos, alta produtividade, bom valor nutritivo e, principalmente, resistência a cigarrinhas-das-pastagens. Para tanto, tem sido usado o cruzamento interespecífico, cruzando-se plantas sexuais com outras apomíticas e estudando-se o modo de reprodução nas progênes (Savidan & Valle, 1999). A estratégia em uso pela Embrapa Gado de Corte no melhoramento de *Brachiaria* pode ser vista na Figura 2. Algumas das diversas etapas no desenvolvimento de cultivares de braquiária são: a conservação de germoplasma, passando por cruzamentos controlados; a avaliação de progênes; os ensaios de Valor de Cultivo e Uso; os ensaios de apoio,

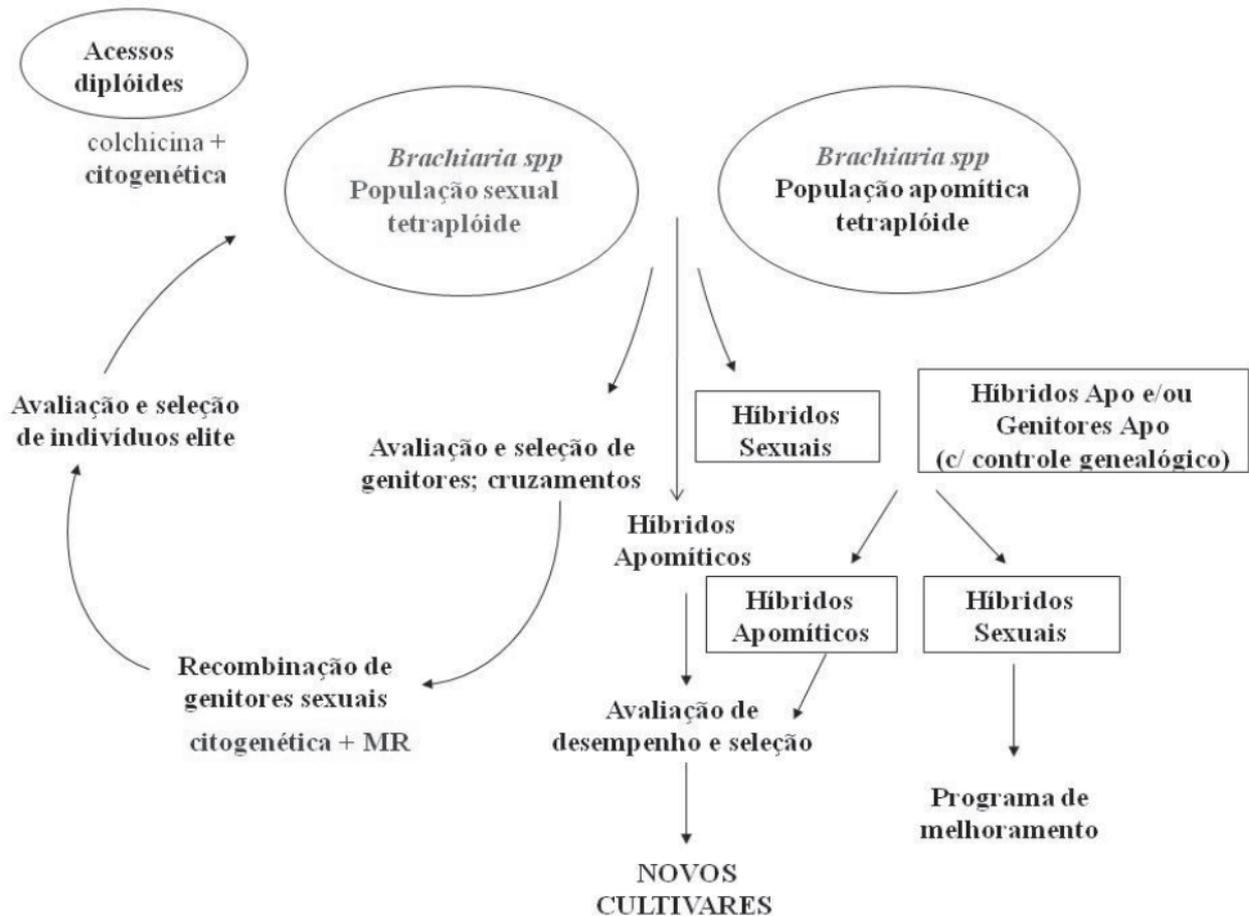


Figura 2. Esquema de melhoramento para a obtenção de cultivares de *Brachiaria* spp. por hibridação interpopulacional. Fonte: Adaptada de Resende *et al.* (2004).

como os de resistência a cigarrinhas-das-pastagens e os ensaios sob pastejo. Híbridos sexuais promissores podem ser reaproveitados em novos cruzamentos, enquanto híbridos apomíticos podem ser imediatamente incorporados a avaliações agrônomicas para identificação de novos cultivares. Os cruzamentos são feitos em casa de vegetação, com plantas sexuais em vasos e o pólen apomítico trazido de inflorescências cortadas no campo. As sementes obtidas são germinadas individualmente e, quando as plantas florescem, o modo de reprodução é determinado por meio de análises dos ovários clarificados e por microscopia com contraste de interferência (Young *et al.*, 1979). A identificação de marcadores moleculares, para a detecção precoce e segura desta característica, em andamento na Embrapa, visa a tornar o programa mais eficiente.

Cruzamentos com genótipos de *B. brizantha*/*B. decumbens* com *B. ruziziensis* sexual, tetraploidizada artificialmente, viabilizaram a produção de híbridos interespecíficos para avaliação de desempenho agrônomico, ao mesmo tempo em que se estudou a herança da apomixia, que, em *Brachiaria*, é simples e dominante sobre a sexualidade (Savidan & Valle, 1999). Num estudo envolvendo

45 híbridos pré-selecionados e duas testemunhas, cv. Marandu e cv. Basilisk, utilizou-se um índice visando a facilitar a seleção de genótipos superiores, com base em diversos caracteres de importância agrônômica (Valle *et al.*, 2004). As características herdabilidade individual no sentido amplo, repetibilidade individual e valores médios de produção, para os 47 genótipos e para cada característica, mostraram valores altos, refletindo a boa sensibilidade para seleção de genótipos superiores, bem como o potencial de vários desses genótipos como futuros cultivares. Com base nos valores obtidos foi possível identificar híbridos sexuais superiores, para integrarem novos cruzamentos no programa de seleção recorrente recíproca, bem como híbridos apomíticos, para alocação em ensaios regionais e de Valor de Cultivo e Uso, visando a avaliar a interação genótipos-ambientes. Híbridos interespecíficos exibiram, normalmente, anormalidades meióticas, que afetaram em graus variados a fertilidade e a obtenção de sementes viáveis (Valle & Pagliarini, 2009), cruciais para assegurar a ampla adoção de novos cultivares.

No programa de melhoramento de braquiária no CIAT (Colômbia), seis ciclos de seleção recorrente, para resistência à cigarrinhas-das-pastagens típicas do país, em

populações sintéticas, mostraram que a sobrevivência de ninfas de *Aeneolamia varia*, em genótipos selecionados, caiu de 55,6 para 7%, do segundo ao sexto ciclo de recombinação, respectivamente (Miles *et al.*, 2006).

Embora a base genética de algumas características de interesse em forrageiras seja conhecida, pode-se dizer que para a maioria dos caracteres de mais significativa importância, a herança genética é complexa, pouco conhecida e frequentemente poligênica. Apesar disso, o melhoramento tem proporcionado aumento contínuo da produtividade das plantas cultivadas. Entretanto, ganhos adicionais exigirão, cada vez mais, melhor conhecimento da biologia das espécies, bem como, da resposta à seleção em nível genotípico (Souza, 2001).

Híbridos intra-específicos foram recentemente obtidos em *B. humidicola*, uma espécie bem adaptada a solos de drenagem deficiente ou alagados. Nessa população, fez-se o uso de marcadores RAPD, para estudo da diversidade genética na coleção, identificação de híbridos e descarte das plantas de autofecundação. Foi também encontrado um marcador para apomixia (Zorzatto *et al.*, 2008). Os 50 melhores clones dessa população fazem parte de um ensaio agrônomico, visando a estimar componentes genéticos, fenotípicos e ambientais, pela análise da variabilidade intrapopulacional nessa progênie de irmãos germanos, bem como a identificar híbridos apomíticos superiores, candidatos a novos cultivares, e genitores sexuais de elite, para novos cruzamentos nessa espécie.

Na experimentação sob pastejo (Fase 3; Figura 1), visando a avaliar o efeito do pasto sobre o desempenho animal, comparou-se o desempenho animal dos cultivares Xaraés e Piatã e da testemunha Marandu, em regime de pastejo alternado, durante três anos, em Campo Grande, MS. O ganho de peso diário dos animais na estação chuvosa foi semelhante entre os pastos de ‘Piatã’ e ‘Marandu’, mas superou o proporcionado por ‘Xaraés’ (Tabela 2). Na estação seca, o desempenho diário dos animais foi semelhante entre os três cultivares.

O cv. Xaraés proporcionou, ao longo das estações, as maiores taxas de lotação (número de cabeças/área), o que resultou em maior produtividade anual em quilogramas

de peso vivo/ha/ano (Valle *et al.*, 2004; Euclides *et al.*, 2008). Não houve diferença entre ‘Piatã’ e ‘Marandu’, apesar de ‘Piatã’ ter produzido, em média, 45 kg/ha/ano de peso vivo a mais do que ‘Marandu’. O cv. Piatã destacou-se pela elevada taxa de crescimento foliar, disponibilidade de folhas sob pastejo, valor nutritivo e maior resistência às cigarrinhas típicas de pastagens, do que a do cv. Xaraés, justificando-se, assim, sua liberação, visando à diversificação das pastagens.

As atividades do programa têm gerado conhecimentos e métodos para a melhoria da eficiência de seleção de gramíneas do gênero *Brachiaria* e, com isso, tem agilizado a liberação de novos cultivares para diversificar as pastagens no Brasil. A adoção de cultivares melhorados deverá aumentar a produtividade por animal e por área, bem como contribuir para a diversificação de pastagens no Brasil tropical. A comercialização de cultivares como um pacote tecnológico, incluindo maior produtividade, resistência a estresses bióticos e abióticos, traz benefícios diretos aos produtores de corte e de leite.

Muito importante nesse programa tem sido o envolvimento, desde 2002, do setor privado (Unipasto – Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais), no financiamento de algumas das atividades de pesquisa. Como multiplicadores exclusivos e responsáveis pela comercialização, os associados da UNIPASTO agem como transferidores dessas tecnologias, no Brasil e no exterior, facilitando a dispersão e adoção dos cultivares.

MELHORAMENTO GENÉTICO DO *Panicum maximum*

Panicum maximum é a forrageira propagada por sementes mais produtiva do mercado brasileiro. É adaptada a solos leves, de média a alta fertilidade e recomendada para sistemas mais intensivos de exploração pecuária, por sua alta produtividade.

O Colômbio é o cultivar mais tradicional, tendo ingressado no Brasil, a partir da África, na época da escravidão (Parsons, 1972). Vários outros cultivares surgiram após essa época ou foram introduzidos posteriormente, tais

Tabela 2. Ganho de peso diário (g/animal/dia), taxa de lotação (novilhos/área) e produtividade animal anual em três cultivares de *Brachiaria brizantha*. Médias de três anos de avaliação. Campo Grande, MS

Cultivares	Ganho de peso (g/animal/dia)		Taxa de lotação (novilhos/ha)		Produtividade kg de peso vivo/ha/ano
	Águas	Seca	Águas	Seca	
Piatã	780 ^a	350 ^a	5,19 ^b	1,82 ^b	715 ^b
Xaraés	718 ^b	286 ^a	6,85 ^a	2,25 ^a	795 ^a
Marandu	770 ^a	312 ^a	5,07 ^b	1,97 ^b	670 ^b

Fonte: Valle *et al.* (2004); Euclides *et al.* (2008)

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes não diferem pelo teste de Tukey (P<0,01).

como Sempre Verde, Guiné, Makueni e Tobiata. Outros foram lançados mais recentemente, em decorrência de diversos programas de seleção e melhoramento no Brasil: Centenário, Centauro, Vencedor, Tanzânia, Mombaça, Aruana, Áries, Atlas e Massai.

O grande marco, no país, para a intensificação dos programas de melhoramento, foi a introdução da coleção representativa da variabilidade natural da espécie, coletada pela Instituição francesa ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération – hoje IRD), no Centro de Origem da espécie, na África do Leste, entre 1967 e 1969. Por meio de um convênio realizado em 1982 entre a EMBRAPA e o ORSTOM, a Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS recebeu toda sua coleção de *P. maximum*, composta de 426 acessos apomíticos e 417 plantas sexuais (Savidan *et al.*, 1989).

Os acessos apomíticos foram avaliados agronomicamente em parcelas e foram caracterizados morfológicamente, durante dois anos, na Embrapa Gado de Corte. Constatou-se ampla variabilidade para todas as características avaliadas, como produção total, de folhas e colmos, velocidade e intensidade de rebrota após os cortes, época de florescimento e produção de sementes, porte da planta e das folhas, características reprodutivas e de pilosidade (Jank *et al.*, 1994, 1997).

A partir das avaliações agrônômicas da coleção foram selecionados 25 acessos, que foram avaliados em sete regiões do país (Jank *et al.*, 1993; Dias Filho *et al.*, 1995). Os sete melhores foram avaliados em pequenas parcelas (Euclides *et al.*, 1993) e, posteriormente, em ensaios de desempenho animal (Euclides *et al.*, 1995). Dessas avaliações resultaram os lançamentos dos cultivares Tanzânia, Mombaça e Massai. Atualmente, esses cultivares ocupam cerca de 20 milhões de hectares no país.

Avaliações subsequentes mostraram ampla variabilidade na coleção para diversas características agrônômicas de interesse, como para fixação biológica de nitrogênio (Miranda & Boddey, 1987), para resposta à calagem e fósforo (Schunke *et al.*, 1989), para tolerância ao alumínio do solo (Almeida *et al.*, 2000; Laura *et al.*, 2006), para condições de luminosidade reduzida, visando à utilização em condições silvipastoris (Jank *et al.*, 2005c; Gontijo *et al.*, 2005; Victor, 2006) e para tolerância a solos temporariamente alagados (Laura *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2006). Resultados dessas avaliações e a constatação de variabilidade para essas características abrem a possibilidade de se lançar no mercado cultivares com estas características, como, também, permitem a realização do melhoramento genético com esses fins específicos.

O modo reprodutivo de *P. maximum* é a apomixia, resultante de uma combinação de uma aposporia, seguida de uma partenogênese (Savidan, 1982). Estudos sobre a herança da apomixia em *P. maximum* indicam que um úni-

co gene dominante está envolvido, ou seja, as progênes híbridas incluem plantas sexuais e apomíticas, na razão 1:1 (Savidan, 1983). Portanto, o melhoramento, realizado pelo cruzamento entre uma planta sexual e uma apomítica, dará uma progênie em que a metade dos híbridos serão apomíticos e, portanto, de genótipos fixados, podendo ser multiplicados e entrar no processo de seleção.

A espécie apresenta número básico de cromossomos de $x = 8$ e praticamente, todas as plantas são tetraploides ($2n = 32$). Entretanto, todas as plantas sexuais encontradas na natureza são diploides ($2n = 16$) e tiveram seu número de cromossomos duplicado com colchicina para serem utilizadas em cruzamentos. A apomixia não ocorre no nível diploide (Savidan, 2000).

Para realização dos cruzamentos, o método mais eficiente é o de blocos de cruzamento no campo, no qual uma planta sexual é plantada no meio de uma área do acesso apomítico, para que seja polinizada, pelo vento, com pólen das plantas vizinhas apomíticas (Savidan, 1982).

Por meio de cruzamentos dirigidos entre acessos apomíticos pré-selecionados e plantas sexuais, realizados na Embrapa Gado de Corte, mais de mil híbridos já foram obtidos. Considerando apenas a variável produção de matéria seca foliar, na avaliação de 79 híbridos, foi obtido um ganho de 55% com a seleção do melhor híbrido. Com a seleção dos 20 melhores híbridos, obteve-se um ganho de 24,4% (Resende *et al.*, 2002). Foram, ainda, determinados o número de cortes necessários para seleção desta característica e de outras, de interesse forrageiro (Resende *et al.*, 2004; Martuscello *et al.*, 2007).

Com base na análise genética dos híbridos, Resende *et al.* (2004) propuseram, para o programa de melhoramento, a adoção do esquema de seleção recorrente recíproca, em que o melhoramento da população sexual autotetraploide é realizado em função da população apomítica.

Híbridos gerados são selecionados conforme o descrito acima, sendo que a cada momento existem materiais sendo avaliados em cada etapa, simultaneamente. No momento, cinco materiais estão sendo avaliados sob pastejo, visando ao lançamento comercial. Os futuros lançamentos serão de cultivares produtivos, rústicos e acompanhados de informações de sua utilização e manejo, visando, assim, a garantir sua adoção pelos pecuaristas (Jank *et al.*, 2008).

Entretanto, para o sucesso desses lançamentos, é imprescindível que os agentes financiadores, como órgãos do governo e associações privadas, como a Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais (UNIPASTO), continuem a investir nas pesquisas em melhoramento de forrageiras. Também é imprescindível que a Embrapa, hoje líder mundial em melhoramento de forrageiras tropicais (Jank *et al.*, 2005b), continue apoiando essa área de pesquisa, com contratação de melhoristas e com investimentos na pesquisa.

MELHORAMENTO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS

A percepção de que o uso de leguminosas forrageiras resultaria em uma contribuição potencial ao sistema de produção animal, nos trópicos, ocorreu na década de 1960. Havia o conhecimento de que as gramíneas tropicais apresentavam menor qualidade nutricional do que as temperadas e que a introdução de leguminosas tropicais, adaptadas ao sistema de criação de animais sob pastejo, resolveria dois problemas: o do baixo nível de nitrogênio nos solos da região e o da reduzida qualidade proteica disponível na dieta de ruminantes (Shelton *et al.*, 2005). Essa máxima continua verdadeira e, atualmente, deve-se acrescentar o impacto socioeconômico e ambiental do seu uso em diversos sistemas de produção, minimizando o declínio qualitativo e quantitativo da biomassa forrageira e todas as suas implicações.

Nas décadas de 1960 a 1980 houve uma mobilização de vários países tropicais, entre eles o Brasil, num esforço conjunto de coleta e avaliação de leguminosas tropicais, objetivando identificar aquelas com potencial forrageiro semelhante ao das leguminosas temperadas, tomando a alfafa e o trevo como modelos. Miles (2001) e Shelton *et al.* (2005) fizeram uma abordagem histórica detalhada do processo, bem como das causas dos sucessos e das falhas ocorridas no período. Como resultado das coletas, estima-se que há 30.000 acessos das principais espécies forrageiras (Hanson & Maass, 1999), alocados nos bancos de germoplasma internacionais, principalmente no Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, na Colômbia, e Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization - CSIRO, na Austrália, e também na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, no Brasil. Nesses bancos, a representatividade de leguminosas tropicais, oriundas principalmente da América do Sul e Caribe, é de 2,5 a 8,5 vezes maior do que a de gramíneas.

Concomitantemente aos trabalhos de coleta, realizaram-se inúmeras avaliações de espécies, em ensaios comparativos de adaptabilidade, potencial agrônomo e incidência de doenças e pragas. Há uma vasta literatura publicada sobre as experiências e resultados para as várias espécies estudadas, merecendo destaque pesquisas com *Stylosanthes* spp. (Stace & Edye, 1984; Tropical Grasslands, 1997; Chakraborty, 2004), *Arachis* spp. (Kerridge & Hardy, 1994), leguminosas arbóreas (Argel & Lascano, 1998; Shelton, 2005) e *Vigna unguiculata* (caupi) (Ehlers & Hall, 1997).

Entre as espécies coletadas e avaliadas no Brasil destacam-se: a) as do gênero *Stylosanthes*, pela sua alta adaptação aos solos fracos e ácidos dos Cerrados, alta capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio, tolerância à seca e elevada produtividade; b) espécies do gênero *Arachis*, em especial, *Arachis pintoi*, adaptada a solos de baixa

permeabilidade, amplamente encontrados na Amazônia Legal; c) *Pueraria phaseoloides* (Kudzu tropical), de importância regional, com amplo uso em pastagens cultivadas no Acre, sobressaindo-se pela elevada persistência; d) o guandu (*Cajanus cajan*), leguminosa arbustiva de origem africana, com alto teor de proteína na estação seca, elevada aceitabilidade e bom desenvolvimento em solos relativamente pobres e ácidos; e) as espécies arbóreas *Leucaena leucocephala* e *Cratylia argentea*, importantes para uso em múltiplos propósitos, como alimentação animal, contribuições para produtividade em sistemas de cultivo e pela proteção ao ambiente.

No processo de avaliação de espécies, inúmeros cultivares foram obtidos a partir da seleção massal de acessos dentro de espécies. Dos cultivares gerados até o final da década de 1990, no Brasil, poucos apresentaram sucesso, ou seja, foram efetivamente adotados pelos produtores e sua área cultivada é ainda insignificante, comparativamente à área ocupada por cultivares de gramíneas, como a *B. brizantha* cv. Marandu.

As causas da dificuldade de adoção de leguminosas forrageiras nos trópicos foram amplamente discutidas por Pengelly *et al.* (2004) e Shelton *et al.* (2005). As principais são: a dificuldade de convencimento dos produtores sobre os benefícios do seu uso (divulgação/orientação); a falta de interação dos obtentores das tecnologias (cultivares) com a iniciativa privada, para fins de multiplicação e distribuição das sementes/propágulos e as falhas intrínsecas aos cultivares lançados, como a baixa produção de sementes, com o consequente custo elevado de comercialização e baixa persistência na pastagem.

Curiosamente, as leguminosas forrageiras nativas do Brasil são hoje amplamente cultivadas e desempenham um papel importante na economia de países como China, Índia, Tailândia e inúmeros outros do continente africano (Singh *et al.*, 2007; Ajayi *et al.*, 2008; Liplang *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2008). Os usos nesses países não se restringem à alimentação bovina, mas também de outros grupos animais, na forma de componentes de rações, com resultados significativos quanto ao aumento de produtividade.

Apenas recentemente, cultivares de *Stylosanthes* spp., *Arachis pintoi* e *Pueraria phaseoloides* foram mencionados num estudo de histórias de sucesso de uso de leguminosas forrageiras na América Latina (Shelton *et al.*, 2005). Tal sucesso foi quantificado pela área de cultivo alcançada (cerca de 695 mil hectares, no Brasil), pela produção de sementes ou propágulos para comercialização e pelo impacto que vêm promovendo no sistema de produção em que são utilizadas.

No ano 2000, a Embrapa Gado de Corte lançou o cultivar Campo Grande, que é uma mistura física de sementes com 80% (em peso) de linhagens de *S. capitata*, tolerante a antracnose, e 20% de linhagens de *S. macrocephala*

(Grof *et al.*, 1997). Esse cultivar representa uma história de sucesso de adoção de leguminosas no Brasil, pois atingiu uma área de cultivo de mais de um milhão de hectares e 500 toneladas de sementes comercializadas desde o seu lançamento. Tal sucesso pode ser creditado à sua adaptação aos solos de baixa fertilidade dos cerrados, resultando em alta produtividade de matéria seca (14-15 t/ha) e elevada persistência; à sua alta produtividade de sementes (250-500 kg/ha), resultando em baixo custo de comercialização, e à parceria público-privado no desenvolvimento, divulgação e distribuição da tecnologia. Para o produtor que adota a tecnologia, o benefício advindo é o de elevar a produtividade, por animal e por área, em até 27%, e um aporte de cerca de 80 kg/ha de nitrogênio, incorporado ao sistema pela leguminosa.

Estima-se que cerca de 65 mil ha das pastagens do Acre estejam consorciadas com *Arachis pintoi* cv. Belmonte (Valentim & Andrade, 2005a), que deriva diretamente de um acesso coletado na natureza e lançado em 1999 pela CEPLAC-BA. Essa tecnologia veio ao encontro da demanda de uma alternativa forrageira, que ocupasse as áreas em que a *B. brizantha* cv. Marandu vem experimentando mortalidade, na região. Nessa região deve ser mencionado o cultivo de *Pueraria phaseoloides*, que ocupa cerca de 480 mil ha, em consórcio com gramíneas (Valentim & Andrade, 2005b). Apesar de ter baixa tolerância ao pastejo intenso, seu cultivo vem ocorrendo há mais de 20 anos na região, principalmente para o estabelecimento de novas pastagens e para recuperação daquelas degradadas.

Entre as leguminosas forrageiras tropicais duas espécies do gênero *Stylosanthes*, *S. capitata* e *S. guianensis*, têm merecido papel de destaque, seja pelo número de cultivares disponíveis nos mercados nacional e internacional (Chakraborty, 2004), seja pelo impacto que vêm causando ao sistema de produção animal. Apesar de os programas de melhoramento genético dessas espécies terem se iniciado há mais de duas décadas, apenas recentemente foi implementada a estratégia de seleção recorrente intrapopulacional (SRI), a qual envolve a obtenção de progênies, sua avaliação e intercruzamento (recombinação dos melhores) para geração de novas progênies, com aplicação de moderada intensidade de seleção, para obtenção de ganhos ao longo prazo. Ainda, visando à obtenção de cultivares em curto prazo, são selecionadas linhagens irmãs superiores (por exemplo, dentro de uma progênie S1 ou de polinização aberta), as quais podem ser utilizadas como multilinhas em plantio comercial. Tais linhagens podem ser selecionadas dentro de um cultivar ou de um acesso, os quais apresentam determinada variabilidade genética ditada pela taxa de cruzamento (Resende *et al.*, 2008a). Dessa forma, cultivares superiores serão permanentemente obtidos pelo programa de melhoramento.

O cenário das pesquisas de desenvolvimento de cultivares de leguminosas forrageiras tropicais modificou-se drasticamente, na última década. Os recursos para pesquisas de avaliação genética de espécies e manejo de forrageiras reduziram-se significativamente, bem como o número de pesquisadores e instituições de pesquisa envolvidos, no mundo. Isso é um contrasenso, frente às questões econômicas que se apresentam, em que há uma demanda crescente por novos materiais que aumentem de produtividade espacial e temporal, bem como, garantam a qualidade nutricional dos produtos de origem animal. Deve-se mencionar, ainda, a premência das questões ambientais e a importância de leguminosas forrageiras na conservação e recuperação de áreas de pastagens, bem como no potencial de diversificação de seu uso em outros sistemas de produção, com benefício para todo o setor agropecuário brasileiro.

REFERÊNCIAS

- Ajayi FT, Babayemi OJ & Taiwo AA (2008) Effects of supplementation of *Panicum maximum* with four herbaceous forage legumes on performance, nutrient digestibility and nitrogen balance in West African dwarf goats. *Animal Science Journal*, 79:673-679.
- Almeida AAS, Monteiro FA & Jank L (2000) Avaliação de *Panicum maximum* Jacq. para tolerância ao alumínio em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:339-344.
- Araújo SAC, Deminicis BB & Campos PRSS (2008) Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 57:61-76.
- Argel PJ & Lascano CE (1998) *Cratylia argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. In: Conferencia Electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Roma, Food and Agriculture Organization. 11p.
- Batista LAR & Godoy R (1995) BAETÍ - Embrapa 23, uma nova cultivar do capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 24:204-213.
- Batista LAR & Godoy R (2000) Caracterização preliminar e seleção de germoplasma do gênero *Paspalum* para produção de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29:23-32.
- Burton GW (1989) Registration of 'Tifton 9' Pensacola bahiagrass. *Crop Science*, 29:1326.
- Burton GW & Monson WG (1988). Registration of 'Tifton 78' bermudagrass. *Crop Science*, 28:187-188.
- Burton, GW, Gates RN & Hill GM (1993). Registration of 'Tifton 85' bermudagrass. *Crop Science*, 33:644.
- Cameron DF (1983) To breed or not to breed. In: McIvor JG & Bray RA (Eds) Genetic resources of forage plants. Melbourne, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization - CSIRO. p. 237-250.
- Chakraborty S (2004) High-yielding anthracnose-resistant *Stylosanthes* for agricultural systems. Canberra, Aciar Monograph. 266p.
- Darwin C (1859) The origin of species. Mentor edition (1958) New York, The New American Library. 479p.

- Dias Filho MB, Simão Neto M & Serrão EAS (1995) Avaliação da adaptação de acessos de *Panicum maximum* para a Amazônia Oriental. *Pasturas Tropicais*, 17:3-8.
- Diz DA & Schank SC (1993) Breeding hexaploid pennisetums for improved seed production. In: International Grassland Congress, 17, Proceedings. Palmerston North, 1663-1664.
- Ehlers JD & Hall AE (1997) Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) *Field Crop Research* 53: 187-204.
- Euclides VPB & Euclides Filho K (1998) Uso de animais na avaliação de forrageiras. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 59p. (Documentos, 74).
- Euclides VPB, Macedo MCM & Oliveira MP (1995) Avaliação de ecotipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. In: 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília. Anais, Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 97-99.
- Euclides VPB, Macedo MCM, Valle CB do, Barbosa RA & Gonçalves WV (2008) Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43:1805-1812.
- Euclides VPB, Macedo MCM, Vieira A & Oliveira MP (1993) Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. In: 17ª International Grassland Congress. Palmerston North, Proceedings, Palmerston North: New Zealand Grassland Association, p.1999.
- FAOSTAT (2007) Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569>>. Acessado em: 18 de junho de 2009.
- Gontijo Neto MM, Pereira WA, Jank L, Torres Júnior RAA, Laura VA, Calixto S & Joba I (2005) Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* sob condições de sombreamento artificial. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia. Anais, Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM, ref. 704.
- Grof B, Fernandes CD, Almeida CB & Santos AV (1997) Development of a multicross cultivar of *Stylosanthes* spp. In: 18ª International Grassland Congress, Winnipeg. Proceedings, Saskatoon. p. 31-32. ID 564.
- Hacker JB (1986) Selecting for nutritive value in *Digitaria milanjiana* l. Breeding of contrasting full-sib clones differing in leaf digestibility. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 26:543-549.
- Hacker JB & Jank L (1998). Breeding tropical and subtropical forage plants. In: Cherney, J.H. & D.J.R. Cherney (Eds.) *Grass for dairy cattle*. Oxfordshire, CABI Wallingford. p. 49-71.
- Hacker JB, Williams RJ & Coote JN (1995) Productivity in late winter and spring of four cultivars and 21 accession of *Cenchrus ciliaris* and *Digitaria eriantha* cv. premier. *Tropical Grasslands*, 29:28-33.
- Hacker JB, Wilson GPM & Ramirez L (1993) Breeding and evaluation of *Digitaria eriantha* for improving seed yield and seed production. *Euphytica*, 68:193-204.
- Hanson J & Maass BL (1999) Conservation of tropical forage genetic resources. In: 18ª International Grassland Congress, Winnipeg. Proceedings, Saskatoon. p. 31-36.
- Harlan JR (1983) The scope for collection and improvement of forage plants. In: McIvor JG & Bray RA (Eds) *Genetic resources of forage plants*. East Melbourne, CSIRO - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. p. 3-14.
- Hussey MA & Bashaw EC (1996) Performance of buffelgrass germplasm with improved winter survival. *Agronomy Journal*, 88:944-946.
- IBGE (2006) Censo agropecuário. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?id_noticia=1064> Acessado em: 18 de junho de 2009
- Jank L, Calixto S, Costa JCG, Savidan YH & Curvo JBE (1997) Catalog of the characterization and evaluation of the *Panicum maximum* germplasm: morphological description and agronomical performance. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. 53 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 68).
- Jank L, Carvalho PdeF & Valle CBdo (2005a) New grasses and legumes: advances and perspectives for the tropical zones of Latin America. In: Reynolds SG & Frame J (Org.) *Grasslands: developments, opportunities, perspectives*. Roma, FAO, India, Science Publishers. p. 55-79.
- Jank L, Costa JCG, Savidan YH & Valle CBdo (1993) New *Panicum maximum* cultivars for diverse ecosystems in Brazil. In: 17ª International Grassland Congress, Palmerston North. Proceedings, New Zealand Grassland Association. p. 509-511.
- Jank L, Gontijo Neto MM, Calixto S, Resende RMS, Laura VA, Hernandez AG, Miranda CHB & Valle CB do (2005c) Seleção de acessos da forrageira *Panicum maximum* sob condições de sombreamento. In: 3º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Gramado. Anais. Embrapa Trigo. CD-ROM.
- Jank L, Resende RMS, Calixto S, Gontijo Neto MM, Laura VA, Macedo MCM & Valle CBdo (2004). Preliminary performance of *Panicum maximum* accessions and hybrids in Brazil. In: 20ª International Grassland Congress, Dublin. Proceedings. Wageningen Academic Publishers, CD-ROM.
- Jank L, Resende RMS, Valle CBdo, Resende MDV, Chiari L, Cancado LJ & Simioni, C (2008) Melhoramento Genético de *Panicum maximum* Jacq. In: Resende, RMS, Valle CB do & Jank L (Org.) *Melhoramento de forrageiras tropicais*. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. p. 55-87.
- Jank L, Savidan YH, Souza MTde & Costa JCG (1994) Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África: 1. Produção forrageira. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 23:433-440.
- Jank L, Valle CB do & Resende RMS (2005b) Grass and forage plant improvement in the tropics and sub-tropics. In: McGilloway DA (Ed) *Grassland: a global resource*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. p. 69-81.
- Jank L, Valle CB do, Carvalho Jde & Calixto S (2001). Evaluation of guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) hybrids in Brazil. In: 19ª International Grassland Congress, Piracicaba. Proceedings, FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Querioz. p. 498-499.
- Karia CT, Duarte JB & Araújo ACG de (2006) Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* (Trin.) Griseb. no Brasil. Embrapa Cerrados. 58p. Documentos, 163.
- Kerridge PC & Hardy B (Eds.) (1994) *Biology and agronomy of forage Arachis*. Cali. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 209p.
- Laura VA, Harada TN, Laura ALC, Jank L, Kobayashi AB & Noguchi AA (2006) Avaliação da tolerância ao alumínio em *Panicum maximum* Jacq.: Crescimento de raízes. In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. Anais. Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROM.
- Laura VA, Jank L, Resende RMS, Gontijo Neto MM, Kobayashi AB, Faria RR & Harada TN (2005) Avaliação e seleção de genótipos de *Panicum maximum* sob alagamento temporário. In: 10ª Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 12º Congresso Latino Americano de Fisiologia Vegetal, Recife. Anais. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. CD-ROM.

- Liplang N, Tudsri S, Sooksathan I, Limaroon S & Nilagupta P (2008) Effect of intercropping four legumes on the yields of the intercropped physic nut and soil properties in Pakchong District, Nakomrathasima. In: 46^o Kasetsart University Annual Conference, Bangkok. Proceedings. Bangkok: Kasetsart University. p. 125-134.
- Liu GD, Michalk DL, Bai CJ, Yu DG & Chen ZQ (2008) Grassland development in tropical and subtropical southern China. *Rangeland Journal*, 30:255-270.
- Luckett, D., Kaiser A & Virgona A (1996) Innovative breeding of high digestibility kikuyu cultivars to increase milk production. Final Report to the Dairy Research and Development Corporation, Project DAN 063. Dairy Research Development Corporation, Melbourne. 14 p.
- Macedo MCM (2006) Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. In: Barbosa RA (Ed) Morte de pastos de braquiárias. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. p 35-65.
- Machado H, Roche R, Tamayo A & Segui E (1988) Selection of sexual plants and possibility of cross breeding *Panicum maximum* in Cuba. *Pastos y Forrajes*, 11:31-36.
- Martuscello JA, Jank L, Fonseca DMda & Resende RMS (2007) Repetibilidade de caracteres agrônômicos em *Panicum maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:6.
- Miles JW & Valle CB do (1994) Germoplasma y mejoramiento genético de plantas forrajeras tropicales. In: Simposio Internacional de Forragicultura, Maringá. Anais, EDUEM - Editora da Universidade Estadual de Maringá, p. 119-139.
- Miles JW & Valle CB do (1996) Manipulation of apomixis in *Brachiaria* breeding In: Miles JW, Maass BL & Valle CB do (Eds.) *Brachiaria*: biology, agronomy, and improvement. CIAT/Brasília:EMBRAPA-CNPQC, p. 164-177. (CIAT Publication, n. 259).
- Miles JW (1999). Nuevos híbridos de *Brachiaria*. *Pasturas Tropicales*, 21:78-80.
- Miles JW (2001) Achievements and perspectives in the breeding of tropical grasses and legumes. In: 19^o International Grassland Congress, São Pedro. Proceedings. FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p. 509-515.
- Miles JW (2007) Apomixis for cultivar development in tropical forage grasses. *Crop Science*, 47:S238-S249.
- Miles JW, Cardona C & Sotelo G (2006) Recurrent selection in a synthetic *Brachiariagrass* population improves resistance to three spittlebug species. *Crop Science*, 46:1088-1093.
- Miles JW, Valle CB do, Rao IM & Euclides VPB (2004) *Brachiariagrasses*. In: Sollenberger LE, Moser L & Burson B (Eds.). Warm-season (C4) grasses. Madison, ASA: CSSA: SSSA (American Society of Agronomy - Crop Science Society of America- Soil Science Society of America). p 745-783. (Agronomy, 45).
- Miranda CHB & Boddey RM (1987) Estimation of biological nitrogen fixation associated with 11 ecotypes of *Panicum maximum* grown in 15N labelled soil. *Agronomy Journal*, 79:558-563.
- Muir J & Jank L (2004) Guineagrass. In: Sollenberger LE, Moser L & Burson B (Eds.) Warm-season (C4) Grasses, Agronomy monograph, 45. Madison, ASA-CSSA-SSSA - American Society of Agronomy - Crop Science Society of America- Soil Science Society of America. p. 589-621.
- Parsons J (1972) Spread of African pasture grasses to the American tropics. *Journal of Range Management*, 25:12-17.
- Pengelly BC, Hacker JB & Eagles DA (1992) The classification of a collection of buffel grasses and related species. *Tropical Grasslands*, 26:1-6.
- Pengelly BC, Whitbread A, Mazaiwana PR & Mukombe N (2004) Tropical forage research for the future – better use of research resources to deliver adoption and benefits to farmers. In: Whitbread AM & Pengelly BC (Eds.). Tropical legumes for sustainable farming systems in Southern Africa and Australia. Canberra, Australian Centre for International Agricultural Research. ACIAR Proceedings, 115:28-37.
- Pereira AV, Valle CB do, Ferreira RP & Miles JW (2001) Melhoramento de forrageiras tropicais. In: Nass, LL, Valois ACC, De Melo, IS & Valadares-Ingles MC (Eds.) Recursos genéticos & melhoramento – plantas. Rondonópolis, Fundação MT. p. 549-602.
- Peters M & Lascano CE (2003) Forage technology adoption: linking on-station research with participatory methods. *Tropical Grasslands*, 37:197-203.
- Resende RMS, Jank L, Valle CB do & Bonato ALV (2004) Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model method. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:335-341.
- Resende RMS, Jank L, Valle CB do, Bonato ALV, Carvalho J & Calixto S (2002) Avaliação genética de híbridos intraespecíficos em *Panicum maximum* Jacq. e suas implicações para o melhoramento. In: 39^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife. Anais. Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 39.
- Resende RMS, Resende MDV, Jank L, Valle CB do, Caçado LJ & Chiari L (2008a) Melhoramento genético de leguminosas forrageiras. In: Resende RMS, Valle CB do & Jank L (Eds.) Melhoramento de Forrageiras Tropicais. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. p. 117-159.
- Resende, RMS, Valle CB do & Jank L (Eds.) (2008b) Melhoramento de forrageiras tropicais. 1^o ed. Campo Grande, Embrapa. Apresentação.
- Sato H, Shimizu N, Nakagawa H, Nakajima K & Ochi M (1993) A new registered cultivar 'Natsukaze' guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.). *Bulletin of the Kyushu National Agricultural Experiment Station*, 27:417-437.
- Savidan YH & Valle CB do (1999) Amélioration génétique des graminées fourragère tropicales. In: Roberge G & Toutain B (Eds.). Cultures fourragères tropicales. Montpellier, La Librairie du CIRAD - Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement. p. 53-68.
- Savidan YH (1982) Nature et hérité de l'apomixie chez *Panicum maximum* Jacq. Paris, ORSTOM - Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, 159 p. (Travaux et documents, 153).
- Savidan YH (1983) Genetics and utilization of apomixis for the improvement of guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.). In: 14^o International Grassland Congress, Lexington. Proceedings, Boulder: Westview Press. p. 182-184.
- Savidan YH (2000) Apomixis: genetics and breeding. *Plant Breeding Reviews*, 18:10-86.
- Savidan YH, Jank L & Penteado MideO (1985) Introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras tropicais no Brasil: novas propostas de *Modus operandi*. Campo Grande, EMBRAPA – CNPQC, 36p. (Documentos, 24).
- Savidan YH, Jank L, Costa JCG & Valle CB do (1989) Breeding *Panicum maximum* in Brazil: 1. Genetic resources, modes of reproduction and breeding procedures. *Euphytica*, 41:107-112.
- Schrauf GE, Blanco MA, Cornaglia OS, Deregibus VA, Madia M, Pacheco MG, Padilla J, García AM & Quarin C (2003) Ergot resistance in plants of *Paspalum dilatatum* incorporated by hybridisation with *Paspalum urvillei*. *Tropical Grasslands*, 37:182-186.

- Schunke RM, Souza OCde & Miranda CHB (1989) Variabilidade genética de genótipos de *Panicum maximum* em resposta à calagem e fósforo. In: 26ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre. Anais, Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 67.
- Shelton HM (2005) Forage tree legume perspectives. In: Reynolds SG & Frame J (Eds.) Grasslands: developments, opportunities, perspectives. Enfield, Science Publishers. p. 81-108.
- Shelton HM, Franzel S & Peters M (2005) Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. In: McGilloway DA (Ed.) Grassland: a global resource. Wageningen, Academic Press. p. 149-166.
- Silva AS, Laura VA, Jank L, Gontijo Neto MM & Fernandes V (2006) Biomassa seca de raiz e da parte aérea de genótipos de *Panicum maximum* alagados e não alagados. In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. Anais. Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROM.
- Singh RA, Bhatt RK, Gupta S & Tripathi SB (2007) Economics of seed production of cultivated forages, grasses and range legume. Range Management Society of India, 28:212-213.
- Souza AP de (2001) Biologia molecular aplicada ao melhoramento. In: Nass LL, Valois ACC, de Melo IS & Valadares-Inglis MC (Eds.). Recursos Genéticos & Melhoramento – Plantas, Rondonópolis, Fundação MT. p. 549-602.
- Stace HM & Edye LA (Eds.) (1984) The biology and agronomy of *Stylosanthes*. Austrália, Academic Press. 636p.
- Terblanche C.J., Smith, A. Smith M.F. & Greyling R. (1996). The improvement of *Digitaria eriantha* (Smuts finger grass). In: Proceedings abstracts of the Grassland Society of South Africa Congress, 31:45.
- Tropical Grasslands (1997) International research and development on *Stylosanthes*. St Lucia. Tropical Grasslands Association of Australia, 31:143.
- Valentim JF & Andrade CMS (2005a) Forage peanut (*Arachis pintoi*): a high yielding and high quality tropical legume for sustainable cattle production system in the Western Brazilian Amazon. In: 20ª International Grassland Congress, Dublin. Offered papers, Wageningen Academic. p. 329.
- Valentim JF & Andrade CMS (2005b) Tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*): successful adoption in sustainable cattle production systems in the Western Brazilian Amazon. In: 20ª International Grassland Congress, Dublin. Offered papers, Wageningen Academic. p. 328.
- Valle CB do & Pagliarini MS (2009) Biology, cytogenetics, and breeding of *Brachiaria*. In: Singh RJ (Ed.) Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. v. 5. Boca Raton, CRC Press. p. 103-151.
- Valle CB do (2001) Genetic resources for tropical areas: Achievements and perspectives. In: 19º International Grassland Congress, Piracicaba. Proceedings, FEALQ (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Querioz). p. 477-482.
- Valle CB do, Euclides VPB, Pereira JM, Valério JR, Pagliarini MS, Macedo MCM, Leite GG, Lourenço AJ, Fernandes CD, Dias-Filho MB, Lempp PA & Souza MA (2004) O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte. 36 p. (Documentos, 149).
- Valle CB do, Simioni C, Resende RMS, Jank L & Chiari L (2008) Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: Resende, RMS, Valle CBdo & Jank L (Eds.) Melhoramento de Forrageiras Tropicais. 1ª ed. Campo Grande, Embrapa. p. 13-53.
- Valle, CB do & Miles JW (2001) Breeding of apomictic species. In: Savidan YH, Carman JG & Dresselhaus T (Eds.) The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering. Mexico, European Commission, p. 137-152.
- Venuto BC, Burson BL, Hussey MA, Redfearn DD, Wyatt WE & Brown LP (2003) Forage yield, nutritive value, and grazing tolerance of dallisgrass biotypes. Crop Science, 43:295-301.
- Victor DM (2006) Seleção de progênes de *Panicum maximum* sob condições de redução de luminosidade. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 63 p.
- Walton PD (1983) Production & management of cultivated forages. Reston, Reston Publishing Company, Inc. 336p.
- Wouv M de, Hanson J & Luethi S (1999) Morphological and agronomic characterisation of a collection of napier grass (*Pennisetum purpureum*) and *P. purpureum* x *P. glaucum*. Tropical Grasslands, 33:150-158.
- Young BA, Sherwood RT & Bashaw EC (1979) Cleared-pistyl and thick - sectioning techniques for detecting aposporous apomixis in grasses. Canadian Journal of Botany, 57:1668-1672.
- Zorzatto C, Chiari L, Valle CBdo, Leguizamón GOC, Jank L, Resende RMS & Pagliarini MS (2008) Search of RAPD molecular marker linked to apomixis in *Brachiaria humidicola* In: International Congress on Sexual Plant Reproduction, Brasília. Anais, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 212-213. (Documentos, 259).