

VIVIANE ARRUDA  
ANTÔNIO SANTOS JÚNIOR  
LIANY DIVINA LIMA MIRANDA  
(ORGANIZADORES)

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

Atena  
Editora  
Ano 2021

VIVIANE ARRUDA  
ANTÔNIO SANTOS JÚNIOR  
LIANY DIVINA LIMA MIRANDA  
(ORGANIZADORES)

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

Atena  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Viviane Arruda  
Antônio Santos Júnior  
Liany Divina Lima Miranda

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

F728 Forragicultura: pesquisa e ensino / Organizadores Viviane Arruda, Antônio Santos Júnior, Liany Divina Lima Miranda. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-696-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.963213011>

1. Forragicultura. 2. Pesquisa. 3. Ensino. I. Arruda, Viviane (Organizadora). II. Santos Júnior, Antônio (Organizador). III. Miranda, Liany Divina Lima (Organizadora). IV. Título.

CDD 633.2

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## PREFÁCIO

Muito se tem especulado sobre as questões ambientais, sucedidas no mundo nas últimas décadas. Pensar e avaliar sobre esses problemas ambientais deve-se também, atentar sobre a produção agrícola no País, que é o ponto de partida para inserir nesse diálogo, debates sobre a temática de conservação das forragens. As técnicas empregadas na manutenção das forrageiras em áreas de pastagem exigem diversos estudos para promoção da biodiversidade local, pois um manejo sem planejamento é capaz de causar alterações ambientais irreversíveis.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne bovina. Vale ressaltar que, parte dessa produção ocorre em áreas de pastagens brasileiras. Dessa forma, vale salientar sobre a importância da quantidade e qualidade dessas forragens para os bovinos. A ciência que estuda as espécies forrageiras e sua interação com o ambiente é denominada de Forragicultura.

A importância dessa ciência para o Brasil supera o âmbito do setor produtivo, e submete a inúmeros projetos científicos em instituições de ensino, pesquisa e extensão que visam desenvolver novas cultivares e mais adaptadas, formas de adubação ideal, composição nutricional, assim como manejo ideal contra pragas e doenças.

Neste contexto, a presente obra propende contribuir e ampliar para o conhecimento de profissionais da área, técnicos e alunos dos cursos de graduação em Agronomia, Zootecnia, Medicina Veterinária e Pós graduação com informações que englobam da seleção das espécies forrageiras a ecofisiologia, e formação de pastagem. Há uma discussão ampla sobre o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas na cultura forrageiras. Destacam-se, também os sistemas de produção de cultura forrageira para fenação e silagem de suma importância na qualidade. Um debate atual e necessário é a inserção de forrageiras em sistemas agroflorestais. Para os autores compreender e aprofundar na temática exposta neste livro é de extrema importância para que se possa melhorar o manejo e a eficiência na utilização das forrageiras.

Viviane Arruda  
Engenheira Agrônoma



## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1..... 1

#### ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS

Hemython Luis Bandeira do Nascimento


Marina Aparecida Lima

Fernanda Helena Martins Chizzotti

Viviane Modesto Arruda

Antônio dos Santos Júnior

Bruno Carneiro e Pedreira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130111>

### CAPÍTULO 2..... 11

#### MELHORAMENTO GENÉTICO DE FORRAGEIRAS

Cinthyia Souza Santana

Vitor Batista Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130112>

### CAPÍTULO 3..... 26


#### MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS

Bruna Magda Favetti

Angélica Massarolli

Bruno da Silva Santos

Leandro Roberto da Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130113>

### CAPÍTULO 4..... 40


#### MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS

Adriana Neves de Souza

Stefânia Caixeta Magalhães

Silvia Leão de Carvalho

Priscila Raiane Assunção de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130114>

### CAPÍTULO 5..... 53

#### MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS


Izabela Thais dos Santos

Guilherme Constantino Meirelles

Christiano da Conceição de Matos

Liany Divina Lima Miranda

Antônio dos Santos Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130115>

**CAPÍTULO 6..... 66**

**PRODUÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS**


Andréia Márcia Santos de Souza David

Dorismar David Alves

Hugo Tiago Ribeiro Amaro

Josiane Cantuária Figueiredo

Edson Marcos Viana Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130116>

**CAPÍTULO 7..... 78**

**FORMAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS**


Marina Aparecida Lima

Hemython Luis Bandeira do Nascimento

Dilermando Miranda da Fonseca

Domingos Sávio Campos Paciullo

Fernanda Helena Martins Chizzotti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130117>

**CAPÍTULO 8..... 100**


**ADUBAÇÃO E MANEJO DO SOLO PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Elizio Ferreira Frade Junior

Thiago Araújo dos Santos

Leandro Roberto da Cruz

Eduardo Pacca Luna Mattar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130118>

**CAPÍTULO 9..... 111**

**UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO EM PASTAGEM**

Guilherme Constantino Meirelles


Izabela Thais dos Santos

Maikon Vinicius da Silva Lira

Viviane Modesto Arruda

Antônio dos Santos Júnior

Liany Divina Lima Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9632130119>

**CAPÍTULO 10..... 119**

**FORRAGEIRAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Érico de Sá Petit Lobão

Alexandro Pereira Andrade


Elizanilda Ramalho do Rêgo

José Geraldo Mageste

Antônio dos Santos Junior

Dan Érico Lobão

Raúl René Valle  
Katia Curvelo Bispo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.96321301110>

**CAPÍTULO 11 ..... 130**

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS

Fabiana Lopes Ramos de Oliveira  
Antônio dos Santos Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.96321301111>

**SOBRE A ORGANIZADORES ..... 144**

Data de aceite: 11//10/2021

### Cinthyia Souza Santana

Eng. Agrônoma e Doutora em Fitotecnia  
<http://lattes.cnpq.br/9544804282885810>

### Vitor Batista Pinto

Eng. Agrônomo e Doutor em Genética e Melhoramento. Centro de Biotecnologia e Biotecnologia – Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)  
<http://lattes.cnpq.br/4343507117649561>

**RESUMO:** O interesse agrônômico do melhoramento de forrageiras busca contribuir para ampliação e estratégia produtiva no Brasil. Devido a diversidade climática brasileira são realizadas pesquisas com genótipos de forrageiras com intuito de aperfeiçoar a produção, o valor nutricional, a resistência a pragas e doenças assim como tolerância dessas espécies às condições de estresses ambientais. Outro ponto relevante do programa de melhoramento é o desenvolvimento de cultivares para aumentar a produtividade e o desempenho animal. Salienta-se que, as forrageiras do gênero *Urochloa* spp e *Megathyrsus maximus* são atualmente as mais estudadas no Brasil, e as leguminosas são outras forrageiras de relevância para a produção brasileira. Neste capítulo discutiremos tipos de melhoramento genético em forrageiras estudados em diversas instituições de pesquisa brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** cultivares, sequenciamento

genético, manejo de pastagem, tecnologia genômica.

**ABSTRACT:** The agronomic interest of forage improvement seeks to contribute to the expansion and production strategy in Brazil. Due to the Brazilian climate diversity, research is carried out with forage genotypes in order to improve production, nutritional value, resistance to pests and diseases, as well as tolerance of these species to environmental stress conditions. Another relevant point of the breeding program is the development of cultivars to increase productivity and animal performance. It should be noted that forages of the genus *Urochloa* spp and *Megathyrsus maximus* are currently the most studied in Brazil, and legumes are other forages of relevance to Brazilian production. In this chapter we will discuss types of genetic improvement in forages studied in several Brazilian research institutions.

**KEYWORDS:** cultivars, genetic sequencing, pasture management, genomic technology.

## 1 | INTRODUÇÃO

O extenso território brasileiro localizado em zona tropical apresenta enorme potencial produtivo para forrageiras. Na pecuária, o pasto é um fator crucial e a inclusão da pastagem no planejamento dessa atividade garante o baixo custo da produção, principalmente, de carne e de leite. No Brasil são aproximadamente 162,19 milhões hectares de pastagens (ABIEC, 2019).

Intensificar a produção da pecuária sem a necessidade de explorar novas áreas requer ações do tipo: manejo adequado por meio dos produtores; potencial de desempenho animal e a aplicação de níveis mais elevados de tecnologias. No entanto, o uso de cultivares melhoradas geneticamente e adaptadas às condições locais certamente é um fator de muita importância (FONSECA e MARTUSCELLO, 2016).

O principal objetivo do melhoramento vegetal é a obtenção de cultivares com características superiores por meio de alterações das frequências gênicas (FERRAZ e ELER, 2010). Atualmente os programas brasileiros de melhoramento de forragens têm como objetos de estudo *Urochloa* spp e *Megathyrus maximus*. Outras forrageiras de relevância para a forragicultura brasileira são leguminosas. Embora em menor proporção, essas espécies auxiliam com maior expressividade principalmente na recuperação de pastagens degradadas e em regiões de baixa fertilidade e déficit hídrico. Algumas espécies do gênero *Arachis* spp., *Stylosanthes* spp., são utilizadas nos programas de melhoramento do Brasil.

Nas últimas duas décadas, algumas cultivares de alto rendimento foram liberadas pelos programas de melhoramento de forrageiras no Brasil, no entanto, essa ainda é uma área da pesquisa relativamente recente que apresenta muitos desafios, pois abrange um elevado número de espécies de forrageiras, com diferentes níveis de ploidia e modos reprodutivos distintos (incluindo apomixia) (PEREIRA et al., 2018).

Para obtenção de maiores ganhos genéticos, em menor tempo, é necessária maior informação genômica das forragens tropicais, e para isso, o uso de ferramentas como sequenciamento, bioinformática e fenotipagem automática, devem ser priorizados (BARABASCHI et al., 2016).

Nesse contexto, esse capítulo faz uma abordagem a respeito do melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil, apresenta alguns dos resultados já obtidos com o melhoramento, os principais métodos até então aplicados e as principais perspectivas para o lançamento de novas cultivares.

## 2 | FORRAGEIRAS CULTIVADAS NO BRASIL

O clima tropical e subtropical é propício para o cultivo de forrageiras dos gêneros *Cynodon*, *Urochloa* e *Megathyrus maximus* (ALENCAR et al., 2010; VASUM et al., 2019). No Brasil as distintas condições edafoclimáticas ao longo de toda sua extensão impõem a necessidade de variabilidade de cultivares adaptadas para cada região.

De maneira geral, o gênero *Urochloa* spp. (*U. brizantha*, *U. decumbens*, *U. humidicola* e *U. ruziziensis*) são amplamente utilizadas na América (KILLER ET AL., 1996). No Brasil, ele ocupa a maior parte das áreas de pastagem. As principais espécies de valor agrônomo

são originárias das áreas de savana da África Ocidental (Tabela 1), e as espécies desse gênero originárias do Brasil não apresentam potencial forrageiro (PIZZARRO et al., 1996).

Depois do gênero *Urochloa*, *Megathyrsus maximus* (syn. *Panicum maximum*) é a forrageira mais cultivada no Brasil com destaque para o Norte de Minas Gerais e estados do Nordeste (JANK et al., 2008). Essa espécie apresenta boa adaptação a regiões de déficit hídrico e por isso é relevante para a produção animal, principalmente do Cerrado (JANK et al., 1996).

Já o gênero *Cynodon* é um pequeno grupo dentro da subfamília Chloridoideae, com distribuição na zona tropical e com pouca frequência da subtropical do Leste da África. As espécies *C. aethiopicus*, *C. dactylon*, *C. nlemfuensis* e *C. plectostachyus*, são amplamente difundidas na América do Norte. No Brasil, não há registros do *Cynodon* e sua introdução assim como *M. maximus*, parece ter sido por meio de navios vindos da África para o comércio de escravos. A maioria dos acessos avaliados em estudos científicos são importados das Américas Central e do Norte (FONSECA e MARTUCELLOS, 2010).

Das forrageiras da família Leguminosae, as do gênero *Arachis*, *Stylosanthes*, *Leucaena*, *Cratylia* e as espécies *Cajanos cajan* e *Medicago sativa* são os principais alvos do melhoramento genético brasileiro (Tabela 2). Algumas delas apresentam origem brasileira o que garante boa adaptabilidade (VALLE et al., 2009).

Espécie	Origem
<b><i>Urochloa</i></b>	
<i>Urochloa arrecta</i>	Angola, Botsuana, Quênia, Malawi, Namíbia (nordeste), Natal, África do Sul (provincia do cabo, Transvaal), Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.
<i>Urochloa brizantha</i>	Botsuana, Camarões, Costa do Marfim, Etiópia, Gana, Guiné, Quênia, Malawi, Moçambique, Namíbia, Nigéria, Serra Leoa, África do Sul, Tanzânia, Uganda, Zaire, Zâmbia, Zimbábue.
<i>Urochloa decumbens</i>	África Central e Oriental (ocorrência em altitude entre 500 a 2.300 metros), incluindo Burundi, Quênia, Ruanda, Tanzânia, Uganda e Zaire.
<i>Urochloa dictyoneura</i>	Tanzânia, Moçambique, Quênia, Sudão, Uganda e Zâmbia.
<i>Urochloa humidicola</i>	Sul do Sudão e da Etiópia, norte da Namíbia e da África do Sul.
<i>Urochloa mutica</i>	África tropical subsaariana (ocorrência em planícies de inundação).
<i>Urochloa ruziziensis</i>	Burundi, Ruanda, Zaire Oriental (ocorrência em pradarias e áreas perturbadas).
<b><i>Cynodon</i></b>	
<i>Cynodon aethiopicus</i>	República Democrática do Congo (Zaire), Etiópia, Quênia, Malawi, Moçambique (noroeste), Ruanda, Sudão (sudeste), Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.
<i>Cynodon dactylon</i>	Angola, Moçambique, Namíbia, África do Sul, Tanzânia, Zâmbia, Zimbábue, e também na Ásia: Afeganistão, Índia, Israel, Sri Lanka e Oceano Índico: Madagascar.
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Angola, República Democrática do Congo (Zaire), Etiópia, Quênia, Malawi, Sudão (sudeste), Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.

*Cynodon  
plectostachyus*

Etiópia, Quênia, Tanzânia, Uganda.

---

***Megathyrus***

---

*Megathyrus maximus*

Angola, Benin, Botsuana, Camarões, Costa do Marfim, República Democrática do Congo (Zaire), Eritreia, Etiópia, Gana, Quênia, Lesoto, Libéria, Malawi, Moçambique, Namíbia, Nigéria, Senegal, Serra Leoa, Somália, África do Sul, Sudão, Suazilândia, Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.

---

Tabela 1. Principais espécies dos gêneros *Urochloa*, *Cynodon* e *Megathyrus maximus* e suas respectivas localizações de origem.

Fonte: Tropical Forages, 2019.

### 3 I MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

No Brasil, a maioria dos programas de melhoramento de forrageiras são coordenados pela iniciativa pública, pelos centros de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), embora ainda existam instituições privadas e universidades que estejam envolvidas direta ou indiretamente no processo de obtenção de cultivares (ASSIS et al., 2009).

O melhoramento das espécies forrageiras visa garantir cultivares mais produtivas de melhor qualidade nutritiva, adaptadas às diversas condições edafoclimáticas e resistentes a pragas e doenças, e também a obtenção maior palatabilidade, persistência ao pisoteio entre outros fatores (JANK et al., 2014). No entanto, espera-se como resultado final obter forrageira que garantam elevada conversão em carne e leite, e nesse caso devemos ressaltar a dependência do potencial do animal para alcançar esse objetivo (BOVAL e DIXON, 2012). Na Tabela 3, são listados alguns objetivos dos programas de melhoramento com suas respectivas espécie-alvo.

O melhoramento inicia-se com a coleta, introdução, caracterização e conservação dos materiais genéticos que garantam incrementos qualitativos ou quantitativos desejados à forrageira (CASTILHO et al., 2010). Desse modo, os bancos ativos de germoplasmas (BAG) são fundamentais para os programas de melhoramento genético. A coleção de germoplasma é obtida por meio da coleta de espécies nativas ou exóticas adaptadas nas mais diversificadas condições.

No Brasil, o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) é responsável pela conservação do recurso genéticos vegetais. O SNPA é coordenado pela Embrapa, e é responsável pela maioria dos acessos de espécies forrageiras. Os BAG e coleções vivas são armazenadas na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e na Coleção de Base, localizados em Brasília, DF.



Espécie	Origem
<i>Arachis glabrata</i>	Brasil (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo), Argentina (Corrientes, Misiones), Paraguai (Alto Paraná, Amambay, Caaguazu, Canendiyu, Central, Conceição, Cordilheira, Guaira), Itapua, Misiones, Paraguari, San Pedro.
<i>Arachis pintoi</i>	Brasil (Bahia, Goiás, Minas Gerais)
<i>Stylosanthes capitata</i>	Leste do Brasil, Venezuela.
<i>Stylosanthes guianensis</i>	Mesoamérica: Belize, Costa Rica (nordeste), Guatemala, Honduras, México (sul), Nicarágua (leste), Panamá; América do Sul: Bolívia (norte), Brasil, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela.
<i>Stylosanthes macrocephala</i>	Brasil (Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais em ambientes de savana sub-úmida e de áreas secas).
<i>Leucaena leucocephala</i>	México e Guatemala
<i>Cratylia argentea</i>	Brasil, Bolívia, Peru e leste dos Andes
<i>Cajanus cajan</i>	Ásia: Afeganistão, Bangladesh, Butão, Índia, Sri Lanka; África: Etiópia, Quênia, Malawi, Tanzânia, Uganda.
<i>Medicago sativa</i>	Ásia Menor, Transcaucásia, Irã e Turquemenistão (terras altas).

Tabela 2. Principais espécies de forrageiras leguminosas e suas respectivas localizações de origem.

Fonte: Tropical Forages, 2019.

### 3.1 Estratégias para o melhoramento de forrageiras tropicais

O sucesso do melhoramento de forragens é baseado no acúmulo de efeitos genéticos aditivos em variedades sintéticas, com pouca exploração da variação genética não aditiva associada à heterose (HUMPHREYS, 2001).

Os métodos de melhoramento indicados para cada espécie de forrageira varia de acordo com o seu mecanismo de reprodução, seja autogamia (maioria das leguminosas forrageiras) ou alogamia. Mesmo aquelas espécies propagadas vegetativamente, são capazes de produzir sementes sexuais o que permite a aplicação dos mesmos métodos de melhoramento utilizados em outras espécies de importância econômica com algumas modificações (RESENDE et al., 2008).

Como a maioria das espécies são alógamas, ou seja, apresentam genótipos altamente heterozigóticos, os métodos de melhoramento mais utilizados são introdução e seleção de plantas, hibridação intra e interespecífica e seleção recorrente fenotípica, de modo a manter a heterozigosidade. A escolha do método dependerá da espécie alvo e dos objetivos do melhoramento, do germoplasma, exigências ambientais de cultivo da espécie e locais nos quais a cultivar candidata será cultivada (RESENDE et al., 2015). Em forrageiras alógamas, os métodos de melhoramento são baseados na avaliação de progênies de polinização aberta, resultando em progênies de meios-irmãos (POSSELT, 2010; WALTER et al., 2012).

Espécies de forrageiras como *Megathyrsus maximus* e *Urochloa* spp. têm

apresentado heterose no cruzamento entre plantas apomíticas (fornecedoras de pólen) e sexuais (utilizadas como genitores femininos). A seleção recorrente recíproca se torna a melhor estratégia para este caso, sendo a população sexual melhorada em função da população apomítica. A recombinação ocorrerá em apenas uma das populações e com o avanço do programa de melhoramento é possível obter apenas um genótipo elite da população assexuada e melhorar a população sexual em função de um indivíduo testador apomítico (RESENDE et al., 2005).

Segundo Resende et al. (2015), na seleção recorrente em forrageiras é possível aumentar a frequência de alelos favoráveis para os caracteres de interesse, sendo essa avaliação variável de acordo com o tipo de progênie e método de estimação. A seleção poderá ser praticada dentro de famílias, entre famílias, de indivíduos no experimento ou pela utilização de todas as fontes de informação. Especialmente na produção de biomassa, a seleção dentro de famílias resulta em ganhos significativos.

Espécie	Centro de Pesquisa	Alvo do melhoramento	Referências
<i>Arachis</i> spp.	Embrapa Acre, Rio Branco/AC	Produtividade, resistência a estresses bióticos, produção de sementes, cobertura do solo	Assis et al. (2008)
<i>U. brizantha</i>	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Resistência à cigarrinha, valor nutritivo, adaptação a solos ácidos, produção de sementes	Miles e Valle (1996), Valle et al. (2009)
<i>U. brizantha</i>	CIAT, Cali/Colômbia	Resistência à cigarrinha, valor nutritivo, adaptação a solos ácidos, produção de sementes	Miles e Valle (1996), Valle et al. (2009)
<i>U. decumbens</i>	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Resistência à cigarrinha, valor nutritivo	Valle et al. (2009), Valle et al. (2010)
<i>U. humidicola</i>	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Produtividade, valor nutritivo	Valle et al. (2009)
<i>U. ruziziensis</i>	Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/ MG	Resistência à cigarrinha, vigor e persistência	Souza et al. (2010)
<i>M. maximus</i>	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Produção de sementes e folhas, energia e resistência ao fungo <i>Bipolaris maydis</i>	Jank et al (2005a), Jank et al. (2008), Resende et al. (2004)
<i>Pennisetum</i> spp.	Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/ MG	Produção de sementes, energia e corte	Pereira e Lédo (2008)
<i>Stylosanthes capitata</i>	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Produção de sementes, produção de matéria seca e resistência à antracnose	Embrapa Gado de Corte (2007), Simeão et al. (2006)
<i>S. guianensis</i>	Embrapa Cerrados, Planaltina/DF	Produção de sementes e produção de matéria seca	Simeão et al. (2006)

Tabela 3. Alvo do melhoramento de forrageiras tropicais.

Fonte: Adaptado de Jank et al. (2011).

### 3.2 Desenvolvimento de cultivares

A regulamentação da liberação de cultivares de forragens tropicais no Brasil é feita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e avaliações de dois anos de corte e dois anos de pastejo em comparação com a cultivar padrão devem ser realizadas para receber a autorização para comercialização no país (JANK et al., 2011).

A avaliação de valor de cultivo e uso (VCU) é uma condição essencial para a inscrição das cultivares no Registro Nacional de Cultivares (RNC), sendo o registro habilitação obrigatória para a produção e comercialização de sementes (REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES DE FORRAGEIRAS, 2008). Além disso, é fundamental o ensaio de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade para solicitar proteção da cultivar e recebimento de royalties (JANK et al., 2011). Valle et al., (2008) esquematizou o desenvolvimento da obtenção de cultivares de gramíneas apomíticas (Figura 1).

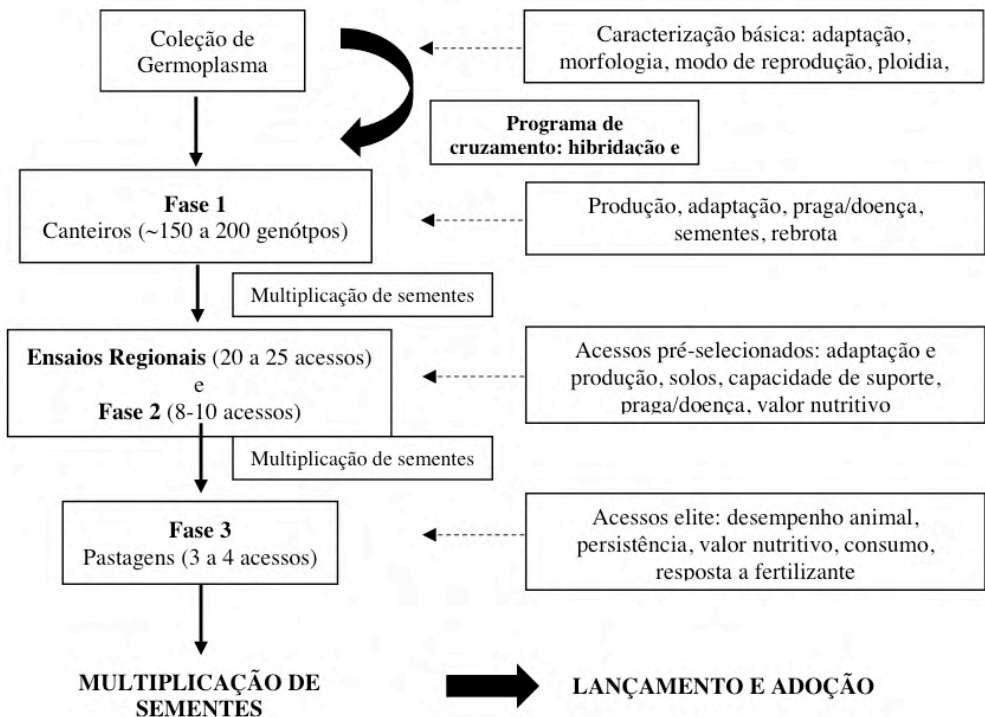


Figura 1 - Etapas de desenvolvimento de cultivares de forrageiras. Adaptado de Valle et al. (2008).

## 4 | MELHORAMENTO GENÉTICO DO *UROCHLOA* SPP.

De modo geral, o programa de melhoramento da *Urochloa*, identifica algumas características como extremamente negativas e relevante à obtenção de cultivares superiores. No atual cenário das pastagens, o melhoramento dessa espécie é pautado na necessidade de obtenção de cultivares de elevada produtividade, elevada qualidade nutritiva com altos teores de proteína bruta, de reduzida estacionalidade e resistente principalmente a cigarrinha das pastagens (VALLE et al., 2013; PEZZOPANE et al., 2015; TORRES et al., 2015).

A área de predominância da espécie *U. brizantha* nas pastagens brasileiras faz dela um alvo especial nos programas de melhoramento. Em estudos com nove genótipos *U. brizantha*, foi identificada a possibilidade de se utilizar a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica na seleção direta quanto indireta de genótipos de *U. brizantha* com maior teor de proteína bruta (TORRES et al., 2016). A taxa de expansão foliar apresenta alta correlação com a produção de biomassa e tem sido utilizada como critério para a seleção de germoplasma forrageiro em trabalhos de melhoramento genético (PEREIRA et al., 2013).

Nas últimas duas décadas a Embrapa lançou cinco cultivares do gênero *Urochloa*. As cultivares Xaraés, BRS Piatã, e BRS Paiaguás, lançados respectivamente nos anos de 2003, 2007 e 2013, são melhoramentos da *U. brizantha* com resultados de produtividade superiores quando comparado com o cv. Marandu e similares em termos de exigência à fertilidade, responsividade à adubação, tolerância a solos ácidos e mal drenados. No entanto, apenas cv. Piatã é tolerante à cigarrinha das pastagens (VALLE et al., 2004; VALLE et al., 2010).

Em 2012, foi lançado o melhoramento da *U. humidicola*, a BRS Tupi. Também tolerante à solos mal drenados, apresenta tolerância a seca, média resistência às cigarrinhas das pastagens e solos de baixa fertilidade. Apresentou maior produtividade animal em relação a *U. humidicola*. Menor valor nutritivo quando comparada à outras *Urochloa*.

O último lançamento BRS Ipyporã, trata-se de um híbrido originado do cruzamento entre *U. ruziziensis* e *U. brizantha*. Essa nova cultivar apresenta resistência a todas as cigarrinhas-das-pastagens, (inclusive a *Mahanarva* spp.) e valor nutritivo e maior ganho de peso individual superior à Marandu (VALLE et al., 2017).

## 5 | MELHORAMENTO DO *MEGATHYRSUS MAXIMUS*

Além dos ganhos genéticos, o melhoramento e desenvolvimento de cultivares da *Megathyrsus maximus* (syn *Panicum maximum*) contribui para diversificar as pastagens brasileiras. O primeiro lançamento, em 1990, foi a cultivar Tanzânia-1, que embora apresentou elevada produção de massa de folhas, e conseqüentemente maior ganho por

animal, apresentou também suscetibilidade ao fungo *Bipolaris maydis* (CECATO et al., 2000).

Três anos depois foi lançada a cultivar Mombaça. Atualmente é a cultivar mais plantada no Brasil, superando a produção de massa de folhas da cultivar Tanzânia. Sua elevada produtividade é aliada à resistência à cigarrinha e boa resistência ao *Bipolaris maydis*. Porém essa cultivar apresenta baixa resistência à acidez do solo e déficit hídrico e seu nível de exigência é considerado de médio a alto (JANK et al., 2008; JANK et al., 2010; JANK et al., 2014).

Em 2001, foi lançada a cultivar Massai, que diferentemente das demais apresenta bons resultados no Nordeste devido a sua alta resistência à seca, e solos menos férteis. Altamente responsiva a adubação e resistente à cigarrinha e *Bipolaris maydis* (CARNEIRO et al., 2001).

Por fim, os dois híbridos de *Megathyrus maximus* BRS Tamani e BRS Quênia foram lançados respectivamente nos anos de 2015 e 2017, obtidos por meio do cruzamento entre de genótipos pré-selecionados da coleção na Embrapa Gado de Corte. BRS Tamani apresenta maior produtividade que o Massai, porém exigência média a alta de fertilidade, intolerante à acidez do solo e déficit hídrico. Assim como Tamani, o híbrido BRS Quênia apresenta exigência média a alta de fertilidade, intolerante à acidez do solo e déficit hídrico (JANK et al., 2017).

## 6 | CIÊNCIAS ÔMICAS NO MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS

O rápido avanço das “Ciências Ômicas” proporcionou uma oportunidade de gerar novos conjuntos de dados para espécies cultivadas. A integração de ômicas funcional e estrutural com dados genéticos e fenotípicos está levando à identificação de genes e padrões responsáveis para importantes fenótipos.

O uso de tecnologias moleculares aplicadas ao melhoramento de forragens oferece um grande potencial para o desenvolvimento mais rápido e direcionado de cultivares. Uma vez que, abordagens baseadas em biotecnologia, como a introgressão de genes baseada no estudo funcional e a seleção assistida por marcadores, vêm se tornando cada vez mais acessíveis aos pesquisadores (SPANGENBERG et al., 2005).

Os estudos genômicos aplicados ao melhoramento de forrageiras tropicais têm focado no desenvolvimento de marcadores moleculares para avaliar a estrutura e diversidade de germoplasmas e nos aspectos moleculares da apomixia. Mas a aplicação dessas ferramentas nos programas de melhoramento de forrageira no Brasil, com objetivo de mapeamento de QTLs, isolamento de genes, sequenciamento e montagem de genomas ou seleção assistida por marcadores ainda é limitado (PEREIRA et al., 2018).

Além disso, outras ômicas como a transcriptômica, proteômica e fenômica vêm

crescendo no cenário atual para o estudo de características e desenvolvimento de cultivares para os mais diversos objetivos do melhoramento. A integração dessas tecnologias se torna uma promissora e poderosa ferramenta para uma seleção mais pontual e rigorosa, fornecendo novos genes alvos para o melhoramento de forrageiras.

O uso de marcadores microssatélite (SSR) em *Megathyrus maximus*, permitiu estimar as relações genéticas e diferenciar os híbridos interespecíficos em uma população, sendo potencialmente úteis nos estudos genéticos da estrutura populacional e do melhoramento molecular nesta espécie (SOUSA et al., 2010; CHANDRA e TIWARI, 2010).

Juntamente com a evolução dos métodos moleculares aplicados ao melhoramento, a seleção genômica surgiu como uma abordagem promissora para explorar esses marcadores e desenvolver novos modelos para avaliação genética dos mesmos em programas de melhoramento (BHAT et al., 2016). No melhoramento de forrageiras, espera-se que a aplicação dos métodos de seleção genômica seja valioso quando a avaliação fenotípica de indivíduos seja incapaz de prever o desempenho em condições de pasto, quando é difícil ou impossível aplicar pressão de seleção significativas dentro das famílias, ou quando avaliações fenotípicas exigem um longo tempo de ciclo.

Entretanto, as ferramentas genômicas em forrageiras tropicais ainda apresentam um baixo uso, possivelmente devido (i) aos diferentes níveis de ploidia e modos reprodutivos das espécies de forrageiras foco dos programas de melhoramento; (ii) à limitação de orçamento para o melhoramento; e (iii) à recente criação destes programas de melhoramento (PEREIRA et al., 2018).

A acurácia e relevância das características alvo para o melhoramento genômico de forrageiras devem ser vinculadas a robustas estratégias de avaliação no campo, incluindo as tecnologias de fenotipagem. Isso requer um excelente gerenciamento e integração de dados com sistemas de apoio à decisão para oferecer maior eficácia no melhoramento de forragens (BARRET et al., 2015).

Para as gramíneas forrageiras tropicais, a fenotipagem em estufas pode não ser viável devido a grandes exigências de espaço. Dessa maneira, a fenotipagem de alto rendimento em condições de campo seria útil para o melhoramento dessas espécies. Porém, estudos com esse objetivo ainda são escassos até o momento (JIMENEZ, et al. 2017).

Provavelmente, o modo mais fácil de estudar as mudanças no genoma é através da transcriptoma, devido à estrutura relativamente simples e homogênea da molécula do RNA. A partir da análise diferencial do transcriptoma de flores sexuais e apomíticas, Ortiz et al. (2019) sugeriram que a regulação mediada por sRNA das vias de auxina é essencial na promoção da apomixia em *Paspalum notatum*.

Um outro exemplo do uso das ferramentas de transcriptômica auxiliando o

melhoramento de forrageiras se dá na busca de possíveis genes alvo envolvidos na resposta de estresses ambientais. A partir da análise do RNA-seq de *Mendicago ruthenica*, Shu et al. (2018), identificaram possíveis novos genes envolvidos na regulação da resposta de diversos estresses abióticos, como frio, congelamento, estresse osmótico, estresse salino e por ácido abicísico.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações genômicas no melhoramento genético de plantas são de extrema importância para obtenção de respostas biológicas relevantes como a produtividade e qualidade nutricional. Das forrageiras incluídas nos programas de melhoramento no Brasil apenas os genomas das espécies *Cajanus cajan*, *Cenchrus americanus* (syn. *Pennisetum glaucum*), e as espécies *Arachis duranensis*, *Arachis ipaensis* e *Setaria itálica*, relacionadas à importantes forrageiros tropicais, tiveram seu genoma sequenciado. Isso pode ser explicado pelo fato da maioria dos programas de melhoramento serem relativamente recentes e das dificuldades impostas pelo elevado número de espécies de forrageiras, com diferentes níveis de ploidia e modos reprodutivos distintos (incluindo apomixia).

A disponibilidade de recursos e ferramentas moleculares e o relativo baixo custo de sequenciamento, estão levando a uma nova revolução, uma vez que facilitam o estudo do genótipo e sua relação com o fenótipo, em particular para características complexas, impulsionando os ganhos genéticos obtidos pelos programas de melhoramento e permitindo o estudo mais detalhado da função de genes específicos.

Além disso, a comunidade científica atuante no melhoramento de forrageiras vem incentivando a aplicação de ferramentas genômicas nas pesquisas com forrageiras tropicais e o aumento das ações cooperativas entre instituições de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

**ABIEC** - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. BeefREPORT: Perfil da Pecuária no Brasil. 2019. 48 p.

ASSIS, G.M.L.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO JUNIOR, J.M.; AZEVEDO, J.M.A.; FERREIRA, A.S. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando metodologia de modelos mistos. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.37, p. 1905 - 1911, 2008.

ASSIS, G.M.L. Melhoramento genético de forrageiras tropicais: importância complexidade. Ed. GONÇALVES, R.C.; OLIVEIRA, L.C. In: **Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, p. 209 - 220, 2009.

BARABASCHI, D.; TONDELLI, A.; DESIDERIO, F.; VOLANTE, A.; VACCINO, P.; VALÈ, G.; ECATTIVELLI, L. (2016) Melhor geração. **Plant Science**, v. 242, p. 3 – 13, 2016.



BARRETT, B.A.; FAVILLE, M.J.; NICHOLS, S.N.; SIMPSON, W.R.; BRYAN, G.T.; CONNER, A.J. Breaking through the feed barrier: options for improving forage genetics. **Animal Production Science**, v. 55, n. 7, p. 883 – 892, 2015.

BHAT, J.A.; ALI, S.; SALGOTRA, R.K.; MIR, Z.A.; DUTTA, S.; JADON, V.; ANSHIKA TYAGI, A.; MUSHTAQ, M.; JAIN, N.; SINGH, P.K.; SINGH, G.P.; PRABHU, K.V. Genomic selection in the era of next generation sequencing for complex traits in plant breeding. **Frontiers in genetics**, v. 7, n. 221, p. 1 - 11, 2016.

BOVAL, M.; DIXON, R. M. A importância das pastagens para a produção animal e outras funções: uma revisão sobre manejo e progresso metodológico nos trópicos. **Animal**, v. 6, p. 748 - 762, 2012.

CASTILLO, J. G.; ESTÉVEZ, A. N. A.; SALOMÓN, J. L.; VARGAS, D.; HERNÁNDEZ, M.; PÉREZ, A. Determinación de la estabilidad genética en cuatro especies del banco de germoplasma de papa en Cuba conservadas in vitro. **Cultivos Tropicales**, v. 31, n. 3, p. 51-57, 2010.

CARNEIRO, J.C.; MOREIRA, P.; JANK, L.; SALES, M.F.L. Capim massai (*Panicum maximum* Jacq.): nova forrageira para a diversificação das pastagens no Acre. **Circular Técnica 41**, Embrapa Acre, 2001, 16p.

CECATO, U.; MACHADO, A.O.; MARTINS, E.N. Avaliação da produção e de algumas características fisiológicas de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 660 - 668, 2000.

CHANDRA, A.; TIWARI, K.K. Isolation and characterization of microsatellite markers from guineagrass (*Panicum maximum*) for genetic diversity estimate and cross-species amplification. **Plant Breed.** v. 129, p. 120 - 124, 2010.

FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P. Parceria público x privada no desenvolvimento de pesquisa em melhoramento genético animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 216 - 222, 2010.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas forrageiras**. Editora UFV, Viçosa, 2010, 537p.

HUMPHREYS, M.O. Breeding methods for forage and amenity grasses. In **Molecular Breeding of Forage Crops**, Dordrecht, p. 41-50, 2001.

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, (**Embrapa Gado de Corte. Documentos, 68**), 1997, 53p.

JANK, L.; RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; RESENDE, M.D.V.; CHIARI, L.; CANCADO, L.J.; SIMIONI, C. Melhoramento Genético de *Panicum maximum* Jacq. In: RESENDE R.M.S.; VALLE C.B.; JANK L(eds.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, p. 55 - 87, 2008.

JANK, L.; VALLE, C.B.; CARVALHO, P.F. New grasses and legumes: advances and perspectives for the tropical zones of Latin America. In REYNOLDS, S. G.; FRAME, J. (eds.). **Grasslands: developments, opportunities and perspectives**. FAO, Rome, p. 55-79, 2005.

JANK, L.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. (2005) Grass and forage plant improvement in the tropics and sub-tropics. In: MCGILLOWAY D.A. (ed). **Grassland: a global resource**. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, p. 69-81, 2005.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D.M; MARTUSCELLO, J.A. (ed.) **Plantas forrageiras**, Editora UFV, Viçosa, v. 5, 166 - 196, 2010.

JANK, L.; VALLE, C.D.; RESENDE, R.M.S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, p. 27 - 34, 2011.

JANK, L.; BARRIO, S.C.; VALLE, C.B.; SIMEÃO, R.M.; ALVES, G.F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v. 65, n.11, p. 1132 - 1137, 2014.

JANK, L.; ANDRADE, C.M.S.; BARBOSA, R.A.; MACEDO, M.C.M.; VALÉRIO, J.R.; VERZIGNASSI, J.; ZIMMER, A.H.; FERNANDES, C.D.; SANTOS, M.F.; SIMEÃO, R.M. O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens. **Comunicado Técnico**, n. 138, 2017, 18p

JIMÉNEZ, J.C.; CARDOSO, J.A.; LEIVA, L.F.; GIL J.; FORERO, M.G.; WORTHINGTON, M.L.; MILES, J.W.; RAO, I.M. Non-destructive phenotyping to identify *Brachiaria* hybrids tolerant to waterlogging stress under field conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. 167, p. 1 - 10, 2017.

KELLER-GREIN, G.; MASS, B.L.; HANSAN, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (ed.). **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT, 1996. cap. 2, p.16-42.

MICHAEL, T.P.; VANBUREN, R. Progress, challenges and the future of crop genomes. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 24, p. 71-81, 2015.

MILES, J.W.; VALLE, C.B. Manipulation of apomixis in *Brachiaria* breeding. In MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (eds.) **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. CIAT, Cali, (Publication 259): p.164 - 177, 1996.

ORTIZ, J.P.A.; LEBLANC, O.; ROHR, C.; GRISOLIA, M.; SIENA, L.A.; PODIO, M.; PESSINO, S.C. Small RNA-seq reveals novel regulatory components for apomixis in *Paspalum notatum*. **BMC genomics**, v. 20, n. 487, p. 1 - 17, 2019.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S. Melhoramento genético de *Pennisetum purpureum*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; JANK, L. (eds.) **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, p. 89 - 116, 2008.

PEREIRA, J.F.; AZEVEDO, A.L.S.; PESSOA-FILHO, M.; ROMANEL, E.A.D.C.; PEREIRA, A.V.; VIGNA, B.B.Z.; MEIRELES, K.G.X. Research priorities for next-generation breeding of tropical forages in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18 n. 3, p. 314-319, 2018.

PEZZOPANE, C.G.; SANTOS, P.M.; CRUZ, P.G.; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F.A.; VALLE, C.B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5 p. 871 - 876, 2015.

PIZARRO, E.A.; VALLE, C.B.; KELLER-GREIN, G.; SCHULZEKRAFT, R.; ZIMMER, A. H. Regional Experiences with *Brachiaria*: Tropical America - Savannas. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B., (Ed.). **Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement**. Brasília: EMBRAPA-CNPGC, p. 225 - 246, 1996.

POSSELT, U.K. Alternative breeding strategies to exploit heterosis in forage crops. **Biotechnol. Animal Husbandry**, v. 26, p. 49 - 66, 2010.

Registro Nacional de Cultivares de Forrageiras, 2008. Disponível em: <http://apps.agr.br/registro-nacional-de-cultivares-de-forrageiras-normas-dos-ensaios-de-vcu/>

RESENDE, R.M.S.; JANK, L.; VALLE, C.B.; BONATO, A.L.V. Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model method. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n. 4, p. 335-341, 2004.

RESENDE, M.D.V.; BARBOSA, M.H.P.; REZENDE, G.D.S.; AGUIAR, A.M.; DIAS, L.D.S.; STURION, J.A. Métodos e estratégias de melhoramento de espécies perenes: estado da arte e perspectivas. In **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., Gramado. Anais. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2005.

RESENDE, R.M.S.; JANK, L.; DO VALLE, C.B.; BARRIOS, S.; SANTOS, M. (2015). Melhoramento de forrageiras tropicais. In **Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO DE PASTAGEM E FORRAGICULTURA DO CAMPO DAS VERTENTES, 2, São João del Rei. **AnaisUFSJ**, p. 114 - 130, 2015.

RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B.; JANK, L. (2008) Melhoramento de Forrageiras Tropicais, Editora Embrapa, Campo Grande, 17 p.

SHU, Y.; LI, W.; ZHAO, J.; LIU, Y.; GUO, C. (2018). Transcriptome sequencing and expression profiling of genes involved in the response to abiotic stress in *Medicago ruthenica*. **Genetics and Molecular Biology**, 41(3), 638-648.

SOUSA, A.C.B.; JUNGSMANN, L.T.; CAMPOS, D.A. Development of microsatellite markers in Guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) and their transferability to other tropical forage grass species. **Plant Breed**, v. 130, p. 104 - 108, 2011.

SOUZA, S.F.; AUAD, A.M.; LÉDO F.J.S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.10, p. 83 - 88, 2010.

SPANGENBERG, C.; FORSTER, J.W.; EDWARDS, D.; JOHN, U.; MOURADOV, A.; EMMERLING, M.; DOBROWOLSKI, M.P. Future directions in the molecular breeding of forage and turf. **Molecular breeding for the genetic improvement of forage crops and turf**, Netherlands, p. 83 - 97, 2005.

TORRES, F.E.; VALLE, C.B.; LEMPP, B.; TEODORO, P.E.; SANTOS, A.E RIBEIRO, L.P. Contribuição dos caracteres de qualidade da forragem ao teor de proteína bruta em *Urochloa brizantha*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 51, n. 3, p. 284 - 287, 2016.

TORRES, F. E.; VALLE, C. B. do; LEMPP, B.; TEODORO, P. E.; RIGON, J. P. G.; RIBEIRO, L. P.; CORREA, C. C. G.; LUZ JUNIOR, R. A. A. Estimativa da divergência entre ecótipos de braquiária baseada em descritores quantitativos e qualitativos. **Ciência Rural**, v. 45, n. 3, p. 485 - 491, 2015.

**Tropical Forages**. Disponível em: <http://www.tropicalforages.info/index.htm>. Acesso em: 22 de setembro de 2019.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M.; VALÉRIO, J.R.; PAGLIARINI, M.S.; MACEDO, M.C.M.; LEITE, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIASFILHO, M.B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M.A. O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. **Documentos**, 149. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2004, 36 p.

VALLE, C.B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R.M.S.; JANK L.; CHIARI, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE C.B.; JANK, L. (Eds.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. 1ª ed. Campo Grande, Embrapa. p. 13-53, 2008.


VALLE, C.B. BRS Ipyporã (“belo começo” em guarani): híbrido de *Brachiaria* da Embrapa. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA, 2017, 18 p.

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, n. 4; p. 460 - 472, 2009.


VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In FONSECA, D. M. e MARTUSCELLO, J. A. (eds.) **Plantas Forrageiras**, Viçosa, 12: p. 30 - 77, 2010.

VARSHNEY, R.K.; SHI, C.; THUDI, M.; MARIA, C.C.; WALLACE J.Q.I.P.; ZHANG, H.; ZHAO, Y.; WANG, X. Pearl millet genome sequence provides a resource to improve agronomic traits in arid environments. **Nature Biotechnology**, v. 35, p. 969 - 976, 2017.

WALTER, A.; STUBER, B.; KOLLIKER, R. Advanced phenotyping offers opportunities for improved breeding of forage and turf species. **Annals of Botany**, London, v. 11, p. 1271 - 1279, 2012.

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora





 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

  
Ano 2021



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# FORRAGICULTURA:

## PESQUISA E ENSINO

  
Ano 2021