

# Genética e Melhoramento de Plantas e Animais

Magnólia de Araújo Campos  
Rafael Trindade Maia  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019



# Genética e Melhoramento de Plantas e Animais

Magnólia de Araújo Campos  
Rafael Trindade Maia  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019



2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
G328	Genética e melhoramento de plantas e animais [recurso eletrônico] / Organizadores Magnólia de Araújo Campos, Rafael Trindade Maia. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-719-2 DOI 10.22533/at.ed.192191710  1. Animais – Melhoramento genético. 2. Genética. 3. Plantas – Melhoramento genético. I. Campos, Magnólia de Araújo. II. Maia, Rafael Trindade.  CDD 575
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A área de melhoramento genético é um sub-ramo da genética que visa identificar, aperfeiçoar, selecionar, preservar e utilizar características de interesse produtivo e comercial em plantas e animais. Selecionar genótipos e fenótipos de interesse nos variados organismos vem sendo feito desde o início da agricultura e da pecuária, nos primórdios da civilização, através de seleção artificial.

Atualmente, a área de melhoramento genético conta com inúmeras ferramentas para a seleção de características desejáveis; como marcadores morfológicos e moleculares, criopreservação, transgenia, cruzamentos e construção de germoplasmas.

A obra "**Genética e melhoramento de plantas e animais**" é composta de uma criteriosa seleção de trabalhos científicos e de revisões de literatura organizados em 10 capítulos distintos, elaborados por pesquisadores de diversas instituições que apresentam temas diversificados e relevantes. Este *e-Book* foi cuidadosamente editado para acadêmicos e estudantes de todos os níveis (graduação e pós-graduação) que apresentem interesse nesta área, no qual encontrarão informação e resultados de pesquisas de ponta.

É inegável a crescente demanda de estudos e pesquisas direcionadas ao melhoramento das espécies, especialmente em um país tido como uma das maiores potências agrícolas e pecuárias do mundo. O futuro do melhoramento genético é fascinante e extremamente promissor no Brasil e no mundo, e certamente será uma das forças motrizes da produção animal e vegetal e do desenvolvimento científico, tecnológico e humano.

Magnólia de Araújo Campos  
Rafael Trindade Maia

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
AVALIAÇÃO DO ÍNDICE MEIÓTICO, VIABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO POLÍNICA DE <i>Theobroma grandiflorum</i> (WILLD. EX SPRENG.) K. SCHUM	
Uéliton Alves de Oliveira Alex Souza Rodrigues Elisa dos Santos Cardoso Kelli Évelin Müller Zortéa Edimilson Leonardo Ferreira Talles de Oliveira Santos Ana Aparecida Bandini Rossi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917101</b>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>12</b>
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, CITOGENÉTICA E MOLECULAR DE TRIGO COMO SUBSÍDIO AO MELHORAMENTO GENÉTICO, REGISTRO E PROTEÇÃO DE CULTIVARES	
Gabrieli Scariot Sandra Patussi Brammer Pedro Luiz Scheeren Ricardo Lima de Castro Simone Meredith Scheffer-Basso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917102</b>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>23</b>
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA EM ESPIGAS DE POPULAÇÕES DE MILHO CRIOULO CULTIVADAS NA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL	
Ariel Rizzardo Bianca Oliveira Machado Cristina Slaviero Marcos Gatti Slaviero Karina da Silva Noryam Bervian Bispo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917103</b>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>30</b>
VARIABILIDADE DOS GENÓTIPOS DE MILHO DA ZONA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO	
Lucas Carneiro Maciel Weder Ferreira dos Santos Rafael Marcelino da Silva Layanni Ferreira Sodr�e Laura Carneiro Silva Zildiney Dantas da Silva Jefferson da Silva Pereira Fernando Assis de Assunção Benício Lourenço Duarte Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1921917104</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 39**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM MILHO NO ECÓTONO CERRADO-AMAZÔNIA**

Rafael Marcelino da Silva  
Weder Ferreira dos Santos  
Layanni Ferreira Sodré  
Adriano Silveira Barbosa  
Laina Pires Rosa  
Lucas Carneiro Maciel  
Igor Moraes dos Reis  
Eduardo Tranqueira da Silva  
Matheus Rodrigues de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.1921917105**

**CAPÍTULO 6 ..... 50**

**SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO SUMETIDOS A DEFICIT HÍDRICO NO ESTÁGIO V4**

Luiz Augusto Salles das Neves  
Kelen Haygert Lencina  
Raquel Stefanello

**DOI 10.22533/at.ed.1921917106**

**CAPÍTULO 7 ..... 59**

**BENEFÍCIOS DO SILÍCIO COMO ATENUADOR DE ESTRESSES NAS PLANTAS**

Cândido Ferreira de Oliveira Neto  
Glauco André dos Santos Nogueira  
Luma Castro de Souza  
Luciana Ingrid Souza de Sousa  
Andressa Pinheiro de Paiva

**DOI 10.22533/at.ed.1921917107**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

**MINIRREVISÃO: CRIOPRESERVAÇÃO DE GAMETAS**

Renan Rhonalty Rocha  
Maria Vitória Laurindo  
Antonio Erivelton Passos Fontenele  
Camilla Rodrigues Pinho  
Sílvia Helena Tomás  
Bárbara Mônica Lopes e Silva  
Antônio José Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.1921917108**

**CAPÍTULO 9 ..... 78**

**BIOTECNOLOGIA COMO FERRAMENTA PARA O CONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA FAUNA E FLORA AMAZÔNICA**

Marcelo Derzi Vidal  
Elba Pereira Chaves  
Vilena Aparecida Ribeiro Silva

**DOI 10.22533/at.ed.1921917109**

<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>88</b>
--------------------------	-----------

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE SEIS RAÇAS CAPRINAS BRASILEIRAS**

Bruna Lima Barbosa  
Vanessa dos Santos Neri  
Abigail Araújo de Carvalho  
Débora Araújo de Carvalho  
Eliene Pereira de Oliveira  
Artur Oliveira Rocha  
José Lindenberg Rocha Sarmiento  
Fábio Barros Britto  
Max Brandão de Oliveira  
Soraya Sara Viana Castro  
Maria Ivamara Soares Macedo

**DOI 10.22533/at.ed.19219171010**

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>97</b>
-------------------------------------	-----------

<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>98</b>
-------------------------------	-----------

## DIVERSIDADE GENÉTICA DE SEIS RAÇAS CAPRINAS BRASILEIRAS

### **Bruna Lima Barbosa**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portela  
Teresina – Piauí

### **Vanessa dos Santos Neri**

Instituto Regional da Pequena Agropecuária  
Apropriada (IRPAA)  
Juazeiro – Bahia

### **Abigail Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portela  
Teresina – Piauí.

### **Débora Araújo de Carvalho**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portela  
Teresina – Piauí

### **Eliene Pereira de Oliveira**

Unidade Escolar Patronato Nossa Senhora de  
Lourdes  
Campo Maior – Piauí

### **Artur Oliveira Rocha**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portela  
Teresina – Piauí

### **José Lindenberg Rocha Sarmento**

Pesquisador do CNPq, Universidade Federal do  
Piauí, *Campus* Ministro Petrônio Portela  
Teresina – Piauí

### **Fábio Barros Britto**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portela  
Teresina – Piauí

### **Max Brandão de Oliveira**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portela  
Teresina – Piauí

### **Soraya Sara Viana Castro**

Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro  
Petrônio Portela  
Teresina – Piauí

### **Maria Ivamara Soares Macedo**

Instituto Federal do Piauí, *Campus* Teresina  
Central  
Teresina – Piauí

**RESUMO:** Os caprinos foram introduzidos no Brasil pelos colonizadores sendo, provavelmente, oriundos da Península Ibérica, em meados do ano de 1500. As raças nativas brasileiras de caprinos são caracterizadas, principalmente, por possuírem relevante rusticidade, serem menos susceptíveis a doenças e bem adaptadas as adversas condições ambientais das regiões semiáridas. Essas raças de caprinos nativos são encontradas, em maior proporção, na Região Nordeste, na qual são criadas em sistemas extensivo e semi-extensivo e possuem propósitos produtivos para carne, pele e leite, podendo essas aptidões variar entre raças. Um estudo de caso realizado a partir de informações genéticas de seis raças brasileiras de caprinos criadas no

estado do Piauí (Azul, Marota, Canindé, Moxotó, Repartida e Graúna) e comparadas com três raças exóticas especializadas (Boer, Parda Alpina e Anglo Nubiana) indicou que os animais brasileiros têm padrão genético definido por raça e não apresentam mistura genética com as raças exóticas. Demonstrou que a maioria dos animais locais apresentam sua estrutura genética preservada e poderão ser indicados para reprodução e uso em programas de conservação e melhoramento genético de caprinos nativos, visando à manutenção da máxima variabilidade genética dentro de cada raça e, entre raças, dentro da espécie. Esses resultados apontaram para relevância de conservar e utilizar essas raças como alternativa de produção viável para a caprinocultura do Brasil, pois cada raça apresenta composição genética distinta, conseqüentemente, potencial genético produtivo específico e, portanto, devem ser mais exploradas, a fim de que estas possam expressar seu real potencial genético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação, caprinos nativos, microsátélites, variabilidade genética..

### GENETIC DIVERSITY OF SIX BRAZILIAN GOAT BREEDS

**ABSTRACT:** The goats are was introduced by the colonizers probably coming from the Iberian Peninsula around 1500. Native Brazilian goat breeds are mainly characterized by having relevant rusticity, being less susceptible to disease and better adapted to adverse environmental conditions in the region. These native goat breeds are found, to a greater extent, in the Northeast Region, where they are bred in extensive and semi-intensive systems and have productive purposes for meat, skin and milk, these skills may vary between breeds. A case study based on genetic information from six Brazilian goat breeds raised in the state of Piauí (Azul, Marota, Canindé, Moxotó, Repartida and Graúna) and compared with three specialized exotic breeds (Boer, Parda Alpina and Anglo Nubiana) indicated that Brazilian animals have a genetic pattern defined by breed and don't present genetic mixture with exotic breeds. It has shown that most local animals have their genetic structure preserved and may be indicated for reproduction and use in conservation programs and breeding of native goats, seeking to maintain maximum genetic variability within each breed and, between breeds, within species. These results pointed to the relevance of conserving and using these breeds as a viable production alternative for Brazilian goat farming, because each breed has a distinct genetic composition, consequently, specific productive genetic potential and, therefore, should be further explored, so that they can express its real genetic potential.

**KEYWORDS:** Conservation, native goats, microsatellites, genetic variability.

## 1 | INTRODUÇÃO

A criação de caprinos no Brasil teve início com animais oriundos da África, no período colonial, provavelmente, a partir das Ilhas de Cabo Verde inicialmente povoadas por animais provenientes de Portugal. O rebanho brasileiro, até meados dos anos 70, era constituído, principalmente, por animais sem raça definida (SRD)

e ecótipos nacionais (MACHADO, 2011). Assim, durante muito tempo, os animais sofreram processos de seleção natural e evoluíram para raças localmente adaptadas, especialmente ao semiárido da região Nordeste. Entretanto, com o intuito de aumentar a produtividade das novas raças, muitos criadores optaram por cruzamentos com raças exóticas, que foram introduzidas de forma indiscriminada e vêm contribuindo para a diluição do patrimônio genético das raças e ecótipos considerados nativos.

As raças de caprinos nativos do Brasil situam-se em evidência na Região Nordeste, na qual são criados em sistemas extensivo e semi-extensivo com aptidão para carne, pele e leite. Dentre as principais adaptações destacam-se a rusticidade e a sobrevivência ao *stress* hídrico da região semiárida e a menor susceptibilidade a doenças e parasitas (MENEZES et al., 2006; MACHADO, 2011). Moxotó, Nambi, Canindé, Repartida, Gurguéia, Marota, Graúna e Azul são exemplos de grupos genéticos caprinos encontrados no Nordeste (GONÇALVES JUNIOR, 2012).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em 1991, iniciou um levantamento em nível mundial sobre a situação das principais espécies de animais domésticos (EGITO; MARIANTE; ALBUQUERQUE, 2002). Desde então, programas mundiais de conservação têm sido desenvolvidos em virtude da preocupação com a perda da diversidade genética devido a extinção de raças e populações. No caso dos caprinos brasileiros, devido à criação restrita a poucos rebanhos de conservação, considera-se que estes animais estão sob “risco desconhecido de extinção” e, portanto, precisam ser melhor investigados do ponto de vista científico pelo seu potencial para exploração e melhoramento genético.

O avanço nas discussões sobre a importância da conservação dos recursos genéticos no Brasil vem crescendo. O pensamento de que as raças pertencentes a outras nações eram sempre superiores às raças brasileiras vêm sendo minimizado a cada dia. Profissionais com maior consciência das suas competências científicas, já estão utilizando os recursos genéticos brasileiros como objeto de estudo, assim como uma alternativa viável para o aparecimento de uma raça mais produtiva e adaptada a realidade do ambiente em que o animal vive (LISBOA, 2008). Gonçalves Junior (2012) afirma que a preservação e o desenvolvimento das raças nativas passam por um novo *status* que alavanca esses animais a um patamar de reconhecimento de sua importância enquanto patrimônio genético nacional, a ser valorizado e preservado, impedindo que se percam no esquecimento e no desprestígio na imensidão dos sertões.

Existe um grande número de tecnologias da genética molecular que podem ser utilizadas para fornecer informações úteis aos programas de conservação e uso de recursos genéticos. A caracterização genética com o uso de regiões do DNA conhecidas como marcadores moleculares têm demonstrado ser uma ferramenta eficaz em estudos com caprinos no Brasil, tanto para a manutenção da identidade genética de raças nativas, como para a caracterização de indivíduos e/ou grupos de cabras sem raças definidas (OLIVEIRA, 2007). Um tipo de marcador molecular, chamado de

microsatélite, possibilita identificar a diversidade genética entre animais e raças que proporcionam maior eficiência a programas de acasalamentos. Estes marcadores são os mesmos utilizados rotineiramente para a execução de testes de paternidade e, por meio do estudo da genealogia dos animais, otimizam o sistema de criação e auxiliam os criadores na escolha de métodos mais adequados ao sistema de produção em que estes animais estão inseridos (CRISPIM, 2013). Com a disponibilidade de informação do DNA para vários locos espalhados ao longo do genoma animal, Forni, Aguilar e Misztal (2011), sugerem e mostram em suas pesquisas a possibilidade de medir a similaridade entre indivíduos e montar uma matriz de parentesco realizada com elementos que demonstram a verdadeira proporção de similaridade genética, sendo, portanto, mais precisa que as informações de pedigree. Portanto, com vistas a implementar programas de conservação, se faz necessária a utilização de técnicas que auxiliem a análise de parentescos e a identificação genética de indivíduos para direcionar os acasalamentos, visando a manutenção da diversidade genética (EGITO et al., 2005).

Neste capítulo, será apresentada a caracterização genética de seis raças de caprinos nativos (Azul, Canindé, Moxotó, Graúna, Repartida, e Marota), criadas no município de Elesbão Veloso, Piauí (Figura 1), a fim de auxiliar na manutenção da máxima variabilidade possível dentro de suas populações e a disponibilização destes recursos genéticos visando à conservação.

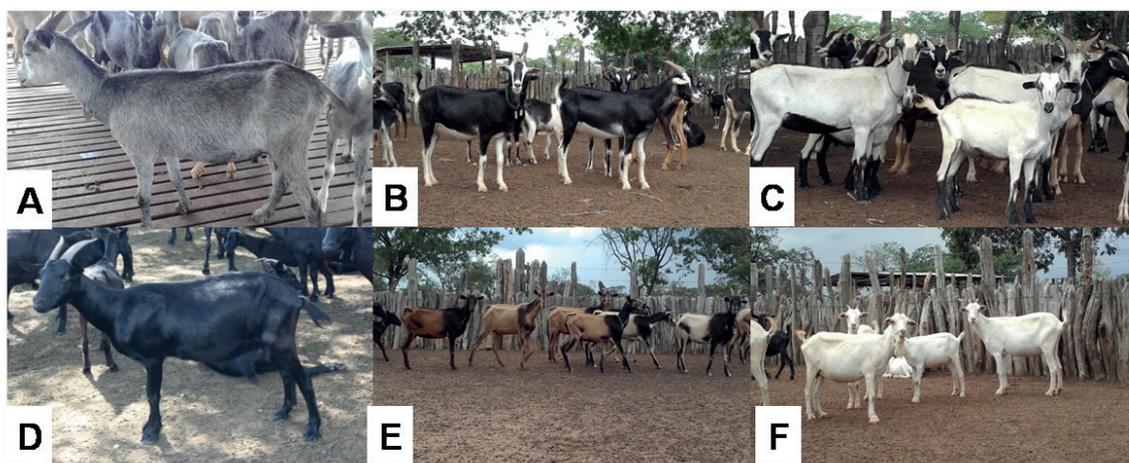


Figura 1. Caprinos nativos criados na Fazenda Faveira, Elesbão Veloso, Piauí. A – Caprino da raça Azul, B – caprino Canindé, C – caprino Moxotó, D – caprino Graúna, E – caprino Repartida, F – caprino Marota. Fonte: Vanessa dos Santos Neri.

## 2 | UM ESTUDO DE CASO NO INTERIOR DO PIAUÍ

Uma pesquisa de campo foi realizada na Fazenda Faveira, localizada no município de Elesbão Veloso a 06° 12' 07" S 42° 08' 25" O, onde há a criação de diversas raças nativas, as quais foram utilizadas para verificação do grau de pureza racial (Tabela 1).

Raça	Animais estudados	Grupo
Azul	26	Nativo
Canindé	30	Nativo
Moxotó	26	Nativo
Graúna	22	Nativo
Repartida	22	Nativo
Marota	28	Nativo
Anglo Nubiana	13	exótico
Parda Alpina	19	exótico
Boer	11	exótico
TOTAL	197	—

Tabela 1. Efetivo de animais das raças de caprinos nativos e exóticos criados em uma fazenda localizado no estado do Piauí

Amostras de sangue foram coletadas e o DNA foi isolado para serem avaliados nove locos gênicos do tipo microssatélite (NRA006, ILST019, INRA23, INRA63, OARFCB304, BM1329, TGLA122, OARFCB48 e MM12). Essas regiões genômicas foram utilizadas por recomendações da FAO (2004) para estudo de diversidade genética em animais domésticos.

As análises do DNA mostraram que as raças nativas presentes na Fazenda Faveira compõem um grupo bem estruturado geneticamente. Na Figura 2, podemos observar os resultados das análises Bayesianas de *Admixture*. Cada cor representa um grupo genético distinto e, portanto, pode ser constatado que todas as raças nativas estudadas estão representadas por uma cor diferente.

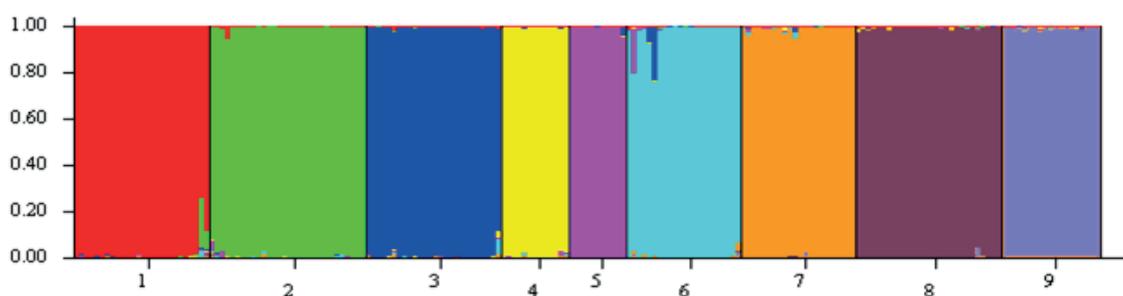


Figura 2. Estrutura populacional de 197 indivíduos representando nove grupos com base em nove marcadores de microssatélites. As cores mostradas na figura indicam a formação de grupos genéticos distintos. Cada grupo está representado por uma cor específica. 1 – Azul, 2 – Canindé, 3 – Moxotó, 4 – Anglo Nubiana, 5 – Boer, 6 – Graúna, 7 – Repartida, 8 – Marota e 9 – Parda Alpina.

As análises permitem compreender a estrutura genética entre os grupos estudados utilizando um modelo Bayesiano que identifica grupos genéticos que compartilham alelos em frequências semelhantes. O presente estudo indicou uma tendência a existir 9 grupos genéticos distintos formados a partir de suas relações genéticas. Os animais destacados com setas brancas apresentaram indícios de

mistura (Figura 3).

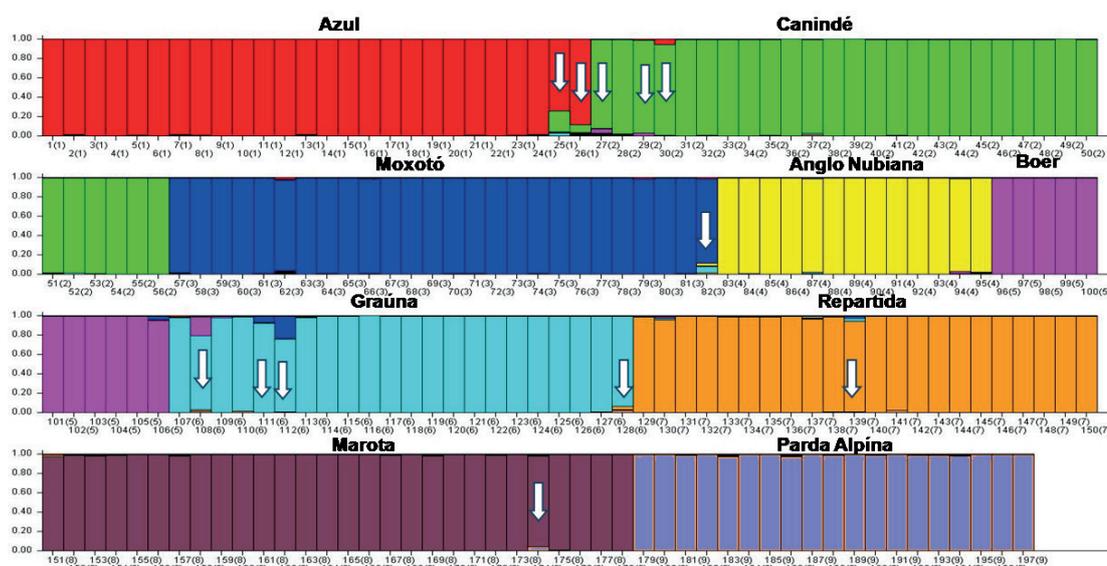


Figura 3. Análise genética de nove raças de caprinos de uma fazenda por indivíduo. As cores mostradas na figura indicam a formação de grupos genéticos distintos. Cada grupo está representado por uma cor específica.

Também foram avaliados os níveis de diversidade genética dentro destas raças. A variabilidade é um fator de extrema importância para se estabelecer programas de melhoramento. Foi constatado que as informações genéticas encontradas nos animais foram altamente variáveis, sendo uma evidência da diversidade genética encontradas nestes rebanhos (Tabela 2).

Dentre as medidas de diversidade genética mais adotadas no campo científico, podemos citar o número médio de alelos efetivos que é uma medida usada para caracterizar a extensão da diversidade genética em uma população. Outra medida é a Heterozigosidade em que pode-se comparar valores observados ( $H_o$ ) com valores esperados ( $H_e$ ), de acordo com princípios genéticos. A estimativa varia de 0 a 1, sendo que valores próximos a zero indicam baixa diversidade, enquanto valores próximos a 1 indicam alta diversidade. A Tabela 2 expõe que todos os valores mostrados para esta estimativa foram superiores a 95%, evidenciando que as populações da Fazenda Faveira são um importante repositório genético para as raças consideradas devido sua alta diversidade. O índice de fixação de *Wright* ou coeficiente de endogamia estima a consanguinidade na população baseada nos valores de heterozigosidades observada e esperada. Nesse estudo, todos os índices  $F$  das populações apresentaram valores negativos, sugerindo que não há problemas acasalamento entre parentes nas amostras avaliadas. Todas as raças estudadas apresentaram desvio do Equilíbrio de *Hardy-Weinberg*. Os desvios de EHW podem ser devido a diversos fatores como subdivisões dentro das populações, antepassados comuns, seleção natural ou artificial, migração ou fluxo de genes a partir de uma população externa, além da presença de alelos nulos.

POPULAÇÃO	N <sup>1</sup>	Ne <sup>2</sup>	Ho <sup>3</sup>	He <sup>4</sup>	Valor de P <sup>5</sup>	F <sup>7</sup>
Azul	23,889	9,096	0,888	0,863	*	-0,041
Canindé	27,889	9,506	0,952	0,869	*	-0,103
Moxotó	24,333	9,213	0,931	0,875	*	-0,065
Anglonubiana	12,556	8,605	0,914	0,855	0.0032	-0,064
Boer	10,667	7,260	0,980	0,815	0.0021	-0,238
Graúna	20,667	9,386	0,961	0,873	*	-0,103
Repartida	18,778	8,778	0,969	0,880	0.0000	-0,103
Marota	26,778	10,932	0,955	0,897	*	-0,064
Parda alpina	17,333	9,087	0,915	0,859	*	-0,073
<b>TOTAL</b>	<b>20,321</b>	<b>9,096</b>	<b>0,940</b>	<b>0,865</b>	<b>-</b>	<b>-0,095</b>

Tabela 2. Estimativas de diversidade genética por população em 197 amostras de DNA de caprinos

<sup>1</sup>Número médio de alelos por *locus*. <sup>2</sup>Número médio de alelos efetivos. <sup>3</sup>Heterozigosidade observada. <sup>4</sup>Heterozigosidade esperada. <sup>5</sup>Locus em desequilíbrio (P menor que 0,05). <sup>6</sup>\*Desequilíbrio de *Hardy-Weinberg* altamente significativo. <sup>7</sup>Índice de fixação de *Wright* [1-(Ho/HE)].

A Análise de Variância Molecular (AMOVA) demonstrou que a variância entre populações representou apenas 4% da variação total (Tabela 3). Aponta que as raças possuem similar composição gênica, resultado esperado, pois essas raças pertencem a mesma espécie (*Capra hircus*). Contudo, as combinações gênicas variaram entre os indivíduos da mesma raça, logo a maior parte da variabilidade genética está uniformemente distribuída dentro das raças, ou seja, a variação se concentra nos indivíduos que as compõe (96%), resultado desejado quando se trabalha com raças nativas, para fins de conservação, pois demonstra que os indivíduos que pertencem as mesmas, possuem combinações gênicas variadas, o que justifica a campo esses tipos de animais expressarem características produtivas e reprodutivas distintas dentro da mesma raça e, esse comportamento, é a riqueza genética de uma raça nativa, indicando a não tendência de pressão de seleção artificial sobre esses animais.

Fontes de variação	GL	Soma dos quadrados	Quadra-do médio	Componentes de variação	Porcentagem (%)	F (valor p)
Entre raças	8	96,606	12,076	0,182	4%	0,043 <sup>(1)</sup> (0,001)
Entre indivíduos	188	785,013	4,176	0,121	3%	0,030 <sup>(2)</sup> (0,001)
Dentro de indivíduos	197	775,000	3,934	3,934	93%	0,072 <sup>(3)</sup> (0,001)
<b>Total</b>	<b>393</b>	<b>1656,619</b>		<b>4,237</b>	<b>100%</b>	

Tabela 3. Estatísticas da análise de variância molecular (AMOVA), utilizando 9 *loci* de microssatélites em populações de raças caprinas da fazenda Faveira, Elesbão Veloso – PI.

<sup>(1)</sup>Fst, índice de fixação entre populações. <sup>(2)</sup>Fit, índice de fixação entre indivíduos. <sup>(3)</sup>Fis, índice de fixação dentro de indivíduos.

Numa análise individual da composição gênica de cada animal, observou-se que a maioria dos animais estão com material genético preservado, contudo, existem alguns animais com indício de mistura genética entre raças (embora em pequenas proporções) (Figura 3). Deste modo, recomenda-se que seja evitada a utilização dos indivíduos com indícios de mistura de raças como reprodutores ou matrizes.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os caprinos criados na Fazenda Faveira são caracterizados como geneticamente puros e estão sendo preservados. Os indivíduos sem misturas de raças podem ser indicados para programas de conservação visando à manutenção da máxima variabilidade genética e esses mesmos animais podem ser candidatos a um programa de melhoramento genético intra raça.

### 4 | AGRADECIMENTOS

Ao Sr. José Dantas, proprietário da Fazenda Faveira, por disponibilizar os animais e pelo apoio logístico ao Grupo de Estudos em Melhoramento Genético Animal (GEMA/UFPI).

Universidade Federal do Piauí pelo suporte e apoio.

À CAPES e ao CNPq pelo fomento a esta pesquisa.

### REFERÊNCIAS

CRISPIM, B. A. do. **Diversidade genética em ovinos naturalizados do Pantanal Sul-mato-grossense**. 2013, 77p. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção) - Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais., Dourados, MS, 2013.

EGITO, A. A.; MARIANTE, A. S.; ALBUQUERQUE, M. S. M. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Arquivos de Zootecnia**, v. 51, p. 39-52, 2002.

EGITO, A. A. et al. Desempenho de marcadores de DNA para determinação de parentesco na raça bovina Pantaneira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005.

FORNI, S.; AGUILAR, I.; MISZTAL, I. Different genomic relationship matrices for single-step analysis using phenotypic, pedigree and genomic information. **Genetics Selection Evolution**, v. 43, n. 1, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Secondary guidelines for development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans: Measurement of Domestic Animal Diversity (MoDAD): Recommended Microsatellite Markers**. Rome: FAO, 2004. 58p.

GONÇALVES JUNIOR, O. Entre nativos e exóticos: a mestiçagem na construção de uma nova identidade na caprinovinocultura dos sertões. **Revista IDEAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade**, Rio de Janeiro – RJ, v. 5, n. 2, p. 89 - 117, 2012.

LISBOA, A. C. C. **Características da Carcaça de Caprinos das Raças Canindé e Moxotó Criados em Confinamento e Alimentados com Dietas Contendo Dois Níveis de Energia**. 2008, 65p.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

MACHADO, T. M. M. História das raças caprinas no Brasil. In: Fonseca, J. et al. (ed.) **Produção de caprinos e ovinos de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2011, p.27-74.

MENEZES, M. P. C. et al. Caracterização genética de raças caprinas nativas brasileiras utilizando-se 27 marcadores microssatélites. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1336-1341, 2006.

OLIVEIRA, J. D. **Origem, distribuição e relação genética entre populações de *Capra hircus* do Nordeste do Brasil e suas relações com populações do Velho Mundo**. 2007. Tese (Universidade de São Paulo, Faculdade de medicina de Ribeirão Preto). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP, 2007.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Profa. Dra. Magnólia de Araújo Campos** - Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (1989), com Mestrado em Agronomia/Fitomelhoramento pela Universidade Federal de Pelotas (1995) e Doutorado em Ciências Biológicas/Biologia Molecular pela Universidade de Brasília (2002). Pós-Doutorado em Genômica pelo Centro de Citricultura Sylvio Moreira, IAC, Brasil. (2003-2005) e Genética Molecular e de Microorganismos pela Universidade Federal de Lavras (2005-2008). Desde maio de 2008 é Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), onde coordenou a Criação e do Curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos no Centro de Desenvolvimento do Semiárido (CDSA, Campus de Sumé). Atualmente desenvolve atividades no Centro de Educação e Saúde (CES, Campus Cuité), onde é Coordenadora da Criação e do Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Naturais e Biotecnologia do CES/UFCG. É Coordenadora do Laboratório de Biotecnologia do CES e do Grupo de Pesquisa Biotecnologia Aplicada ao Semiárido. Tem experiência em Cultura de Tecidos Vegetais, Transgenia de Plantas, Marcadores Moleculares, Bioinformática, Genômica, Expressão Heteróloga *in vitro* de Proteínas Antimicrobianas, Biologia Molecular Vegetal e de Microorganismos. É editora acadêmica da editora internacional de livros científicos IntechOpen.

**Prof. Dr. Rafael Trindade Maia** - Possui Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2005), mestrado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (2008) e doutorado em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco (2013). Atualmente é professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Tem experiência com genética de populações, bioinformática, docking molecular, modelagem e dinâmica molecular de proteínas. Atua na área de ensino de ciências e biologia. Lidera os grupos de pesquisa Biologia Computacional e Teórica (BCT) e Ensino de Ciências e Biologia (ECB). É editor acadêmico do periódico Asian Journal of Biotechnology and Genetic Engineering e da editora internacional de livros científicos IntechOpen.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Amazônia 1, 3, 30, 31, 32, 39, 40, 41, 49, 59, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 97

Aspectos reprodutivos 1, 2, 3

Atenuante 59

### B

Balu 50, 51, 53, 54, 55, 56

Biodiversidade 38, 48, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 87

Biometria 30, 37

Biotécnica 71

Biotecnologia 22, 30, 39, 71, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 97

### C

Caprinos nativos 88, 89, 90, 91, 92

Caracteres 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 28, 35, 43, 46, 53, 57

Caracterização polínica 1, 2

Conservação 3, 10, 25, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 94, 95, 97

Criopreservação de gametas 71, 72, 82

Cupuaçuzeiro 1, 2, 3, 11, 85

### D

Déficit hídrico 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 64

Descritores morfológicos 12, 13

Distância genética 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 31, 34, 45

Divergência genética 15, 17, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49

Down 50, 51, 53, 54, 55, 56

### E

Estresse 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 67, 73

Estresse hídrico 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 64, 65

### G

Gestação assistida 71

### H

Híbridos 25, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 41, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 56

### I

Índice meiótico 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10

## L

Landraces 24

## M

Mahalanobis 15, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 42, 45, 46, 48

Melhoramento de plantas 23, 24, 32, 84, 85

Microssatélites 12, 15, 19, 20, 81, 85, 89, 92, 94, 96

Milho 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 66, 68

Milho crioulo 23, 25, 26, 28, 29

## N

Nitrogênio 32, 36, 38, 40, 41, 48, 49, 58, 62, 64, 66, 72, 74, 82

## P

Produtividade 3, 8, 10, 23, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 52, 53, 56, 57, 59, 62, 63, 67, 78, 85, 90

Proteção de cultivares 12, 13, 14, 21

## S

Seleção de híbrido 50

Silício 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70

## T

Theobroma grandiflorum 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 85

Trigo 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 65, 66

Triticum aestivum 12, 13, 22

## U

Uso sustentável 78, 79

## V

Variabilidade 5, 21, 26, 28, 30, 31, 33, 36, 38, 40, 49, 81, 85, 87, 89, 91, 93, 94, 95

Variabilidade genética 21, 28, 31, 33, 38, 49, 81, 85, 87, 89, 94, 95

Viabilidade polínica 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 21, 22

## Z

Zea mays 24, 29, 37, 40, 58

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-719-2



9 788572 477192