

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 31/01/2026.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**Caracterização morfológica, citogenética e molecular de
indivíduos do gênero *Mazama* mantidos em cativeiro no
Equador**

Maria Dolores Astudillo Vallejo
Médica Veterinária Zootecnista

2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**Caracterização morfológica, citogenética e molecular de
indivíduos do gênero *Mazama* mantidos em cativeiro no
Equador**

Discente: M.V.Z. Maria Dolores Astudillo Vallejo

Orientador: Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração Genética e Melhoramento Animal

V182c

Vallejo, Maria Dolores Astudillo

Caracterização morfológica, citogenética e molecular de indivíduos do gênero *Mazama* mantidos em cativeiro no Equador / Maria Dolores Astudillo Vallejo. -- Jaboticabal, 2024

109 p. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: José Maurício Barbanti Duarte

1. Genética animal.. 2. Citogenética animal.. 3. Filogenia. 4. Morfologia (Animal). I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

IMPACTO POTECIAL DESTA PESQUISA

Neste estudo foram analisados morfológica, filogenética e citogeneticamente espécimes cativos de *Mazama* do Equador, um gênero pouco estudado e conhecido no país. Os resultados contribuem com o conhecimento da fauna nativa equatoriana, sendo o primeiro passo para conhecer as espécies de *Mazama* que ocorrem no país; corroborando com dados para o desenvolvimento estratégias de pesquisa e conservação, além de demonstrar a importância de estudos genéticos e manejo adequado na conservação *ex situ* do gênero. Este estudo também destaca a importância de estudos de taxonomia integrativa fundamentada na coleta de amostras em museus e na natureza que ajudará no esclarecimento da taxonomia de *Mazama*.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This study characterized morphologic, phylogenetic and cytogenetically captive specimens of *Mazama* from Ecuador, a little-studied and barely know genus in the country. The results contribute to the knowledge of Ecuadorian native fauna, being the first step toward to understand the species of *Mazama* that are inhabiting the country, providing data for the development of research and conservation strategies, also demonstrates the importance of genetic studies and proper management in *ex situ* conservation of the genus. This study also determines the importance of studies of integrative taxonomy through the collection of samples from museums and in the field, that with help to clarify the taxonomy of *Mazama*.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, CITOGENÉTICA E MOLECULAR DE INDIVÍDUOS DO GÊNERO *Mazama* MANTIDOS EM CATIVEIRO NO EQUADOR

AUTORA: MARIA DOLORES ASTUDILLO VALLEJO

ORIENTADOR: JOSÉ MAURICIO BARBANTI DUARTE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciência Animal, área: Genética e Melhoramento Animal pela Comissão Examinadora:



Documento assinado digitalmente
JOSÉ MAURICIO BARBANTI DUARTE
Data: 07/08/2024 07:45:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. JOSÉ MAURICIO BARBANTI DUARTE (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV UNESP Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
ELIAS ALBERTO GUTIERREZ CARNELOSSI
Data: 07/08/2024 10:24:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. ELIAS ALBERTO GUTIERREZ CARNELOSSI (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Sergipe (UFS) - Nossa Senhora da Glória/SE

Profa. Dra. VANESSA VELTRINI ABRIL (Participação Virtual)
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) / Campus Universitário do Araguaia (CUA/UFMT) - Pontal do Araguaia/MT



Documento assinado digitalmente
VANESSA VELTRINI ABRIL
Data: 07/08/2024 13:25:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jaboticabal, 31 de julho de 2024

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Maria Dolores Astudillo Vallejo – Nascida em 17 de fevereiro de 1988, na cidade Riobamba – Chimborazo, Equador. Médica Veterinária Zootecnista, formada em julho de 2012 na Universidade Central do Equador. Foi voluntária na Estação científica Charles Darwin no Arquipélago de Galápagos, nos períodos outubro 2013- março 2014 e fevereiro - abril 2016 nos projetos: “Vigilância sanitária da fauna silvestre das Ilhas Galápagos” e “Proteção e recuperação do tentilhão do mangue (*Camarhynchus heliobates*) espécie em perigo crítico de extinção”. Foi veterinária no Governo autônomo descentralizado municipal de Riobamba período maio – dezembro 2015. Técnica de biodiversidade do Parque Nacional Sangay no Ministério de Ambiente, Água e Transição Ecológica no período agosto 2016 – março 2021. Posteriormente foi bolsista de Treinamento Técnico 3 da Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) desde abril até dezembro de 2021 no Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal – SP. Ingressou no mestrado em janeiro de 2022 no Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da FCAV – Unesp, Jaboticabal – SP. com bolsa de estudos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Cambia el pelaje la fiera
cambia el cabello el anciano
así como todo cambia
que yo cambie no es extraño.

Pero no cambia mi amor
por más lejos que me encuentre
ni el recuerdo ni el dolor
de mi pueblo y de mi gente

Lo que cambió ayer
tendrá que cambiar mañana
así como cambio yo
en esta tierra lejana

Julio Numhauser

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela bolsa de treinamento técnico Processo nº 2021/01653-4 e o apoio financeiro do Processo nº2017/07014-8.

À Deus por estar sempre presente na minha vida.

À UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, e ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Ao Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte pela oportunidade de ser parte do NUPECCE, os ensinamentos e orientar minha pesquisa.

À minha família, meus pais Elva e Fernando, obrigada pelo amor infinito e apoio incondicional. Aos meus irmãos Paul e Lucia, obrigada pelo carinho, paciência e ajuda. Aos meus tios e primos pelo apoio constante.

A meu companheiro Jorge, obrigada pelo apoio e me acompanhar sempre que foi possível.

Ao técnico de laboratório João Airton Boer, pela boa disposição e ajuda, igualmente à Eveline Zanetti pelos conselhos e gentileza.

Aos pós-graduandos e amigos do NUPECCE especialmente ao pessoal da genética: Valdir, Raquelita, Jeferson, Agda, Eduard, Liss, Gabrielle. Também à Bianca, Laís, Thaylane, Juan, Bruno, Rullian, Chico e Pedro obrigada pela ajuda, bons momentos, caronas e parceria.

Um agradecimento especial para Eluzai pela amizade e ajuda dentro e fora do laboratório.

Ao professor Renato Caparroz pelo ensinamento e ajuda com as análises filogenéticas.

Ao Instituto Equatoriano de Biodiversidad (INABIO) especialmente a Jorge Brito pela abertura e ajuda à minha pesquisa.

Ao Museo Equatoriano de Ciencias Naturales (MECN) e Museo Gustavo Orcés da Escuela Politécnica Nacional (MEPN).

Ao Ministério de Ambiente, Água e Transição Ecológica (MAATE), aos funcionários da Direção de Biodiversidade, aos técnicos de Biodiversidade das províncias onde foram coletadas as amostras e à equipe do Parque Nacional Sangay z/a.

Ao pessoal técnico, administrativo e tratadores dos Zoológicos Arenillas, Yurak Allpa, San Martín, Cocazoo e Centro de resgate Descanso Iwia.

Aos amigos do Equador que sempre estão presentes, Soledad, Marcela, Valeria e Patricio. E as amizades novas que fiz em Jaboticabal especialmente: Alice, Maria e Rayssa, por compartilhar momentos de alegria, especialmente quando sentia saudades de casa.

Aos médicos e enfermeiras da Santa Casa de Ribeirão Preto, obrigada pelo atendimento e cuidados quando mais precisei.

A todos os que aqui não citei, mas direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação, meu sincero agradecimento.

SUMARIO

Página	
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO:.....	1
2. REVISAO DE LITERATURA.....	3
2.1 Família Cervidae	3
2.2 Gênero <i>Mazama</i>	4
2.3 Espécies de <i>Mazama</i> descritas no Equador.....	8
3. REFERÊNCIAS:	14
CAPÍTULO 2 – INTEGRATIVE ANALYSIS OF NORTHERN ANDEAN BROCKET DEER: DWARF RED BROCKET DEER AND MERIDA BROCKET DEER (ARTIODACTYLA; CERVIDAE)	19
ABSTRACT:	19
1. INTRODUCTION:	20
2. MATERIAL AND METHODS.....	22
2.1 Obtaining animals and samples.....	22
2.2 Morphological analysis	23
2.3 Cytogenetic analysis	23
2.4 Fluorescent <i>in situ</i> hybridization	24
2.5 DNA extraction and mitogenome sequence.....	25
2.6 Alignment and phylogenetic analysis by Bayesian inference	25
3. RESULTS	27
3.1 Morphological description.....	27
3.2 Cytogenetic description:	30
3.3 Fluorescent <i>in situ</i> hybridization	32
3.4 Phylogenetic characterization.....	32
4 DISCUSSION:	35
4.1 Morphological characterization	35
4.2 Cytogenetic characterization	36

4.4 Phylogenetic characterization.....	38
4.5 Distribution:	39
5. CONCLUSION:.....	40
6. REFERENCES:	42
SUPPLEMENTARY DATA.....	49
CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, CITOGENÉTICA E MOLECULAR DE <i>MAZAMA AMERICANA</i> (ARTIODACTYLA:CERVIDAE) MANTIDOS EM CATIVEIRO NO EQUADOR.....	
	53
RESUMO.....	53
1. INTRODUÇÃO:.....	54
2. MATERIAIS E MÉTODOS	57
2.1 Obtenção de amostras	57
2.2 Análise morfológica	58
2.3 Análises citogenéticas	59
2.4 Extração de DNA e obtenção de sequências de mitogenoma	59
2.5 Análise filogenética:	60
3. RESULTADOS	61
3.1 Análise morfológica	62
3.2 Análise citogenética:	67
3.3 Análise filogenética molecular:	70
4. DISCUSSÃO:.....	73
4.1 Análise morfológica:	73
4.2 Análise citogenética:	74
4.3 Análise filogenética molecular:	76
5. CONCLUSÕES:.....	78
6. REFERÊNCIAS:	79
DADOS SUPLEMENTARES.....	85
APÊNDICES.....	88
APÊNDICE A.....	88

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "O uso de topótipos atuais para produção de genótipos e citótipos na revisão taxonômica do gênero *Mazama*: a base para a conservação das espécies", protocolo nº 005433/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Mauricio Barbanti Duarte, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 16 de maio de 2019.

Vigência do Projeto	01/06/2019 a 30/05/2024
Espécie / Linhagem	Todas as espécies do Gênero <i>Mazama</i>
Nº de animais	45 espécies
Peso / Idade	Entre 8 e 40 kgs. Exemplares adultos (> 2 anos de idade)
Sexo	Animais adultos de qualquer sexo, preferivelmente machos
Origem	Natureza: Vida livre

Jaboticabal, 16 de maio de 2019.

Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, CITOGENÉTICA E MOLECULAR DE INDIVÍDUOS DO GÊNERO *MAZAMA* MANTIDOS EM CATIVEIRO NO EQUADOR.

RESUMO – O gênero *Mazama* (Rafinesque 1917) é um grupo taxonômico composto por animais de pequeno a médio porte, com chifres simples e hábitos evasivos que habitam a América Central e do Sul. Os primeiros estudos das espécies do gênero no Equador, permitiram a descrição de quatro espécies: *Mazama rufina*, *Mazama gualea*, *Mazama fuscata* e *Mazama zamora*, das quais somente *M. rufina* é considerada válida. As restantes foram sinonimizadas ou consideradas subespécies de espécies previamente descritas como *Mazama americana*, com base apenas em características morfológicas. O gênero *Mazama* apresenta convergência morfológica, é recuperado como parafilético nas árvores filogenéticas de mtDNA e citogeneticamente apresenta polimorfismos cromossômicos intraespecíficos que precisam ser estudados. Esses aspectos têm exigido uma análise taxonômica integrativa das espécies descritas na região neotropical. Recentemente tem sido validadas algumas espécies, entretanto devido à ausência de dados citogenéticos e análises filogenéticas robustas que incluam indivíduos do gênero *Mazama* coletados no Equador, existem dúvidas sobre a identidade taxonômica dos taxa originalmente descritos. O objetivo do trabalho foi caracterizar morfológica (medidas biométricas, coloração da pele), citogenética (Coloração convencional de Giemsa, Banda C, Ag-NOR) e molecularmente (análises filogenéticas a partir do mtDNA), sete indivíduos de *Mazama* mantidos em cativeiro e com origem conhecida nas três regiões equatorianas, no sentido de posicioná-los adequadamente do ponto de vista taxonômico. Os resultados demonstraram que a espécie *M. rufina* apresenta semelhanças morfológicas e forma um clado monofilético com *M. bricenii*, espécie considerada seu sinônimo júnior, então foi mantida a hipótese conservativa de sinonimizar as espécies e foi sugerido alocar a mesma em um novo gênero. Nos indivíduos restantes, considerados como *M. americana*, observamos 3 variantes genéticas que diferem do neótipo da espécie e têm potencial de serem novas espécies que precisam ser validadas. A variante genética 1 possui cariótipo similar e compartilha o clado filogenético com indivíduos *Mazama* da Colômbia; a variante genética 2 é semelhante ao topótipo de *M. tschudii* do Peru, sendo preciso realizar análises de citogenética molecular para confirmar a hipótese, e a variante genética 3 morfológicamente apresenta semelhanças com a descrição de *M. zamora* e difere de outras espécies de *Mazama* descritas cromossômica e filogeneticamente. Portanto, é necessário que os estudos tenham continuidade, dentro de um conceito de taxonomia integrativa, incluindo os holótipos mantidos em museus, um número maior de amostras e estudos de distribuição das espécies, contribuindo assim para o conhecimento e a conservação destas unidades evolutivas de *Mazama* equatorianos.

Palavras-chave: cervídeos, genética, cariótipo, filogenia, DNA mitocondrial.

MORPHOLOGICAL, CYTOGENETIC, AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF CAPTIVE MAZAMA SPECIMENS FROM ECUADOR

ABSTRACT - The *Mazama* genus (Rafinesque 1917) is a taxonomic group formed by small to medium size brockets with simple horns and evasive habits located Central and South America. The first studies within the genus in Ecuador, allowed the description of four species: *Mazama rufina*, *Mazama gualea*, *Mazama fuscata* e *Mazama zamora* being valid only *Mazama rufina*. The remaining species were synonymized or considered subspecies of previously described species such as *Mazama americana*, based only in morphological characters. The *Mazama* genus presents morphologic convergence, is recovered as paraphyletic in mtDNA phylogenetic trees, and cytogenetically presents intraspecific chromosomal polymorphisms that need to be studied. This led to an integrative taxonomical analysis of the species described in the neotropical region. Recently some species have been validated and due to the absence of cytogenetic data and robust phylogenetic analysis including *Mazama* individuals from Ecuador exist doubts about the taxonomic identity of the taxa originally described. The aim of the study was to characterize morphologically (biometry, skin coloration) cytogenetically (Giemsa conventional staining, C-band, Ag-NOR) and molecularly (phylogenetic mtDNA analyses) 7 captive specimens of *Mazama* with known origin in the three Ecuadorian regions, to properly position them from a taxonomic perspective. The results demonstrated that *M. rufina* presented morphologic similarities and formed a monophyletic clade with *M. bricenii*, species considered its junior synonym; therefore, was maintained the conservative hypotheses of synonymizing the species and suggested to allocate them in a new genus. In the remaining specimens considered as *M. americana* were observed 3 genetic variants that differ from the neotype of the species and have potential to be new species that need to be validated. The genetic variant 1 has a similar karyotype and is recovered in the same phylogenetic clade with *Mazama* individuals from Colombia; the genetic variant 2 is similar to the *M. tschudii* holotype from Peru, requiring molecular cytogenetic analyses to confirm the hypotheses and the genetic variant 3 chromosomally and phylogenetically differs from other *Mazama* species described. Consequently, it is necessary to continue the studies under an integrative taxonomy concept, including the holotypes maintained in museums, increase the number of samples, and develop species distribution studies, these will contribute to the knowledge and conservation of these evolutionary units in Ecuador.

Keywords: cervids, genetics, karyotype, phylogeny, mitochondrial DNA.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO:

O gênero *Mazama* (Artyodactyla, Cervidae) é um grupo diverso, composto por cervídeos de porte pequeno a médio com chifres simples e hábitos evasivos (ALLEN, 1915, EISEMBERG, 1987), distribuindo-se do Norte do México até a região central da Argentina (MERINO e ROSSI, 2010), cujas espécies foram descritas baseadas principalmente na morfologia externa, resultando em até 42 espécies na região neotropical (ALLEN, 1915). Atualmente são reconhecidas seis espécies: *M. americana*, *M. rufa*, *M. jucunda*, *M. nana*, *M. temama* e *M. rufina*.

Recentemente, estudos citogenéticos do gênero revelaram uma diversidade cariotípica com números diploides desde $2n=32$ até $2n=52$, e polimorfismos cromossômicos intra-específicos (ABRIL; DUARTE, 2008; ABRIL et al., 2010; VALERI; TOMAZELLA; DUARTE, 2018); contrastando com a similaridade morfológica do gênero, o que levou a desconsiderar a morfologia como um bom critério taxonômico para diferenciar as espécies e ressaltando a importância da citogenética na resolução das incertezas taxonômicas deste gênero.

O gênero *Mazama* foi considerado polifilético como resultado das análises filogenéticas de DNA mitocondrial completo e de fragmentos, mostrando suas espécies distribuídas em duas subtribos: Odocoileina e Blastocerina (HECKEBERG, 2020). Depois da designação do neótipo da espécie *M. americana* a partir de estudos morfológicos, citogenéticos e moleculares (CIFUENTES-RINCÓN et al., 2020) foi necessária a designação de nomes genéricos diferentes para as espécies que compõem a subtribo Blastocerina. O gênero *Subulo* foi revalidado e a espécie *M. gouazoubira* foi realocada nele como *Subulo gouazoubira* (BERNEGOSSI et al., 2022). Igualmente, o gênero *Passalites* foi revalidado e a espécie *M. nemorivaga* foi realocada, se convertendo em *Passalites nemorivagus* (MORALES-DONOSO et al., 2023), e o gênero *Bisbalus* foi proposto para alocar a espécie validada *M. citus* (SANDOVAL et al., 2024). Posteriormente a esses estudos o gênero *Mazama* é considerado como parafilético dentro da subtribo Odocoileina.

No Equador não tem sido desenvolvidas pesquisas focadas na genética e taxonomia do gênero *Mazama*, sendo necessário estudar as quatro espécies descritas previamente no país: *M. rufina* (PUCHERAN, 1851) *M. gualea* (ALLEN, 1915), *M. fuscata* (ALLEN, 1915) e *M. zamora* (ALLEN, 1915). *Mazama rufina* é considerada válida, mas as três últimas atualmente são consideradas com base em características morfológicas, sinônimos de *M. americana* sem considerar análises filogenéticas e citogenéticas. Devido ao fato de *Mazama americana* ser atualmente considerado um complexo de espécies crípticas, se mostra necessária a realização de estudos taxonômicos integrativos em outros países da distribuição da espécie (ABRIL et al., 2010).

Os cervídeos apresentam natureza elusiva, o que dificulta a captura de indivíduos para amostragem (OLIVEIRA et al., 2019). Então, animais mantidos em cativeiro são uma estratégia importante para obtenção de material genético que possa ser utilizado para estudos citogenéticos e moleculares. Nestes últimos anos tem sido desenvolvidos trabalhos de genética do gênero *Mazama*, com animais em cativeiro. Como por exemplo, o estudo sobre variantes cariotípicas dentro da espécie *M. nana* através da amostragem de 24 indivíduos em cativeiro mantidos em seis instituições de manejo de fauna no Brasil (ABRIL; DUARTE, 2008); o trabalho sobre os citótipos do complexo *Mazama americana* com 18 indivíduos em cativeiro amostrados em dez instituições de diferentes regiões do Brasil (ABRIL et al., 2010). Na Colômbia, 15 animais de quatro zoológicos e um centro de triagem da região caribe e da região andina colombiana foram analisados por técnicas morfológicas, citogenéticas e moleculares (SARRIA-PEREA, 2012) e no Peru tem sido analisados três indivíduos de *M. americana* mantidos em cativeiro com enfoque genético (HERNANDEZ-GUEVARA, 2024).

Desta forma, o presente trabalho busca obter dados morfológicos (biometria corporal, padrões de coloração corporais, craniometria), citogenéticos (Coloração convencional, bandamento C, AG-NOR e FISH no *M. rufina*) e moleculares (mitogenoma completo) de sete exemplares do gênero *Mazama* mantidos em cativeiro por cinco instituições do Equador. Apesar de estarem em cativeiro, os exemplares têm origem de vida livre com localidade conhecida. Esse é um primeiro passo para conhecer as espécies que ocorrem no país e

aportar dados para iniciar planos de pesquisa e conservação em vida livre. Além disso, esse estudo faz parte de um projeto mais amplo (temático) do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) para revisão taxonômica do gênero *Mazama* na América latina.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1 Família Cervidae

A família Cervidae, composta por 55 espécies e 18 gêneros é a segunda família da ordem Artiodactyla mais abundante e amplamente distribuída nos continentes Europeu, Americano e Asiático (ZURANO, 2019). Os machos da família desenvolveram chifres, uma estrutura óssea maciça e renovável originada no osso frontal (HECKEBERG, 2017), com exceções nas espécies: *Hydropotes inermis*, em que ambos os sexos não possuem chifres, mas grandes caninos superiores e *Rangifer tarandus*, em que os chifres estão presentes tanto nos machos quanto as fêmeas (MERINO E ROSSI, 2010).

A ampla dispersão dos cervídeos em distintos ambientes levou a formação de uma diversidade de espécies desde *Pudella mephistophila*, de pequeno porte e peso aproximado de 6kg até *Alces alces*, atingindo cerca de 600 kg (MERINO E ROSSI, 2010).

A sistemática da família Cervidae tem apresentado peculiaridades no processo de especiação, o qual é caracterizado por radiações adaptativas rápidas e sucessivas. Para organizar a taxonomia do grupo, foi proposta a divisão em duas subfamílias: Capreolinae e Cervinae. Os cervídeos neotropicais estão alocados na subfamília Capreolinae, e tribo Odocoileini (HECKEBERG et al., 2016; GUTIÉRREZ et al., 2017; HECKEBERG, 2020).

A tribo Odocoileini diverge em duas subtribos, Odocoileina e Blastocerina, proposto como resultado de filogenias de DNA mitocondrial (HECKEBERG et al., 2016). Atualmente, os cervídeos neotropicais são alocados em dez gêneros separados em duas subtribos. A subtribo Blastocerina contém os gêneros: *Blastocerus*, *Hippocamelus*, *Ozotocerus*, *Passalites*, *Subulo*, *Bisbalus*, *Pudu* e *Pudella*, enquanto na subtribo Odocoileina estão os gêneros *Mazama* e *Odocoileus*.

2.2 Gênero *Mazama*

O gênero *Mazama*, Rafinesque, 1817 é um grupo diverso, composto por cervídeos neotropicais de porte pequeno a médio com chifres simples e hábitos solitários, distribuindo-se do Sudeste do México até a região central da Argentina (MERINO e ROSSI, 2010). Estão distribuídos em habitats diversos como florestas montanhosas, florestas tropicais chuvosas e secas e savanas arbóreas e adaptados desde o nível do mar até 4000m de altitude (ALLEN, 1915, EISEMBERG, 1987),

A complexidade taxonômica deste gênero foi reconhecida desde os primeiros estudos realizados baseados na morfologia externa (THOMAS, 1913; ALLEN, 1915), sendo descritas entre quatro (CABRERA, 1961) a dezoito espécies (ALLEN, 1915). Atualmente, a morfologia não é considerada um critério taxonômico assertivo devido ao grau elevado de homoplasia e convergência adaptativa do gênero (DUARTE; GONZÁLEZ; MALDONADO, 2008; MERINO E ROSSI, 2010; HECKEBERG, 2020), que contrasta com a diversidade cariotípica e filogenética, que levaram a controvérsias taxonômicas tanto em nível genérico como específico (DUARTE; GONZÁLEZ; MALDONADO, 2008).

As espécies do gênero apresentam números diploides desde $2n=32-34$ (*M. jucunda*) até $2n=52-53$ (*M. rufa*). Esta variação é explicada pela hipótese da alta taxa de fragilidade e instabilidade cromossômica, apresentando-se frequentemente rearranjos cromossômicos (NEITZEL, 1987; DUARTE E JORGE, 1996 VARGAS-MUNAR; SARRIA-PEREA; DUARTE, 2010; TOMAZELLA; ABRIL; DUARTE, 2017)

Estudos citogenéticos e moleculares com a espécie *M. americana* no Brasil identificaram um complexo específico, com variação de seis cariótipos dependentes das regiões geográficas do Brasil, os quais foram nomeados como citótipos (ABRIL et al., 2010); (Figura 1).

Entretanto a caracterização citogenética do neótipo de *Mazama americana* sensu stricto (ERXLEBEN, 1777) Guiana Francesa, na localidade de descrição da espécie, mostrou um cariótipo distinto dos citótipos previamente descritos para as variantes do Brasil (CIFUENTES-RINCÓN et al., 2020); (Figura 1).

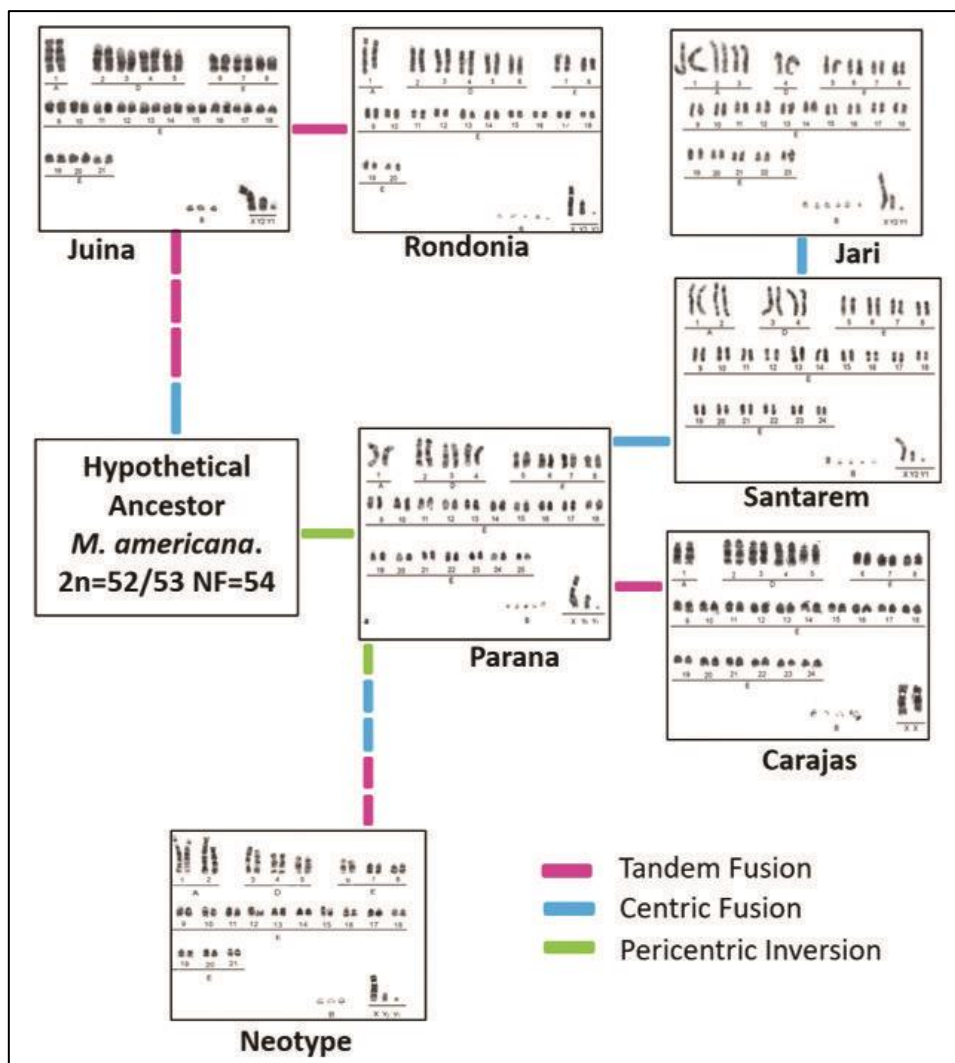


Figura 1: Cariótipos dos citótipos do complexo *Mazama americana* com origem em distintas regiões do Brasil: Juina $2n=44/45$; Rondônia: $2n=42/43$; Jari: $2n=48/49$; Santarém: $2n=50/51$; Paraná: $2n=52/53$; Carajás: $2n=50/51$ e *M. americana* sensu stricto da Guiana Francesa: $2n=45$. O citótipo Paraná foi revalidado como *Mazama rufa*. Fonte: CIFUENTES-RINCÓN et al., 2020.

Em um novo estudo, com auxílio de dados morfológicos, citogenéticos e moleculares foi designado um neótipo para o sinônimo *Mazama rufa* Illiger, 1815 reconhecendo esta como uma espécie distinta do complexo *M. americana*. A análise comparativa indicou que pelo menos quinze rearranjos separam os cariótipos de *M. rufa* e *M. americana* sensu stricto (PERES et al., 2021). Essa diferença permite sua caracterização como uma espécie distinta, segundo estudos de fertilidade dos híbridos entre variantes de *M. americana*, que demonstraram claro isolamento reprodutivo a partir de dois rearranjos

cromossômicos de diferença entre os parentais (CURSINO et al., 2014; SALVIANO et al., 2017; GALINDO et al., 2021)

A espécie *M. temama* (KERR, 1792) foi caracterizada na mesma linha de taxonomia integrativa, confirmando a validade da espécie pelas diferenças entre número diploide com *M. americana* e a formação de um clado monofilético nas análises filogenéticas de DNA mitocondrial, sendo designado um neótipo para a espécie (SANDOVAL et al., 2022).

Em seguida, a espécie *M. bororo*, que foi diferenciada de *M. americana* pela diferença de número diploide com *M. americana* (DUARTE & GIANNONI, 1996; DUARTE & JORGE, 2003), foi revisada incluindo análises filogenéticas do holótipo de uma subespécie de *M. americana* descrita por Thomas (1913) como *M. americana jucunda*. Como resultado, *Mazama jucunda* foi revalidada e *M. bororo* passou ser considerada como seu sinônimo júnior (MANTELLATTO; GONZÁLEZ; DUARTE, 2022).

O gênero *Mazama* foi considerado polifilético em vários estudos ao longo dos anos como resultado de filogenias de DNA mitocondrial completo ou de genes mitocondriais (GILBERT; ROPIQUET; HASSANIN, 2006; DUARTE; GONZÁLEZ; MALDONADO, 2008; HASSANIN et al., 2012; GUTIÉRREZ et al., 2017; HECKEBERG, 2020). A designação do neótipo de *M. americana*, alocado na subtribo Odocoileina (CIFUENTES-RINCÓN et al., 2020), levou a reclassificação taxonômica de algumas espécies da subtribo Blastocerina nas quais podemos citar: a) designação de um neótipo e validação do gênero *Subulo* com a locação da espécie *M. gouazoubira* nele, se convertendo em *Subulo gouazoubira* (BERNEGOSSI et al., 2022b); b) a espécie *M. nemorivaga* foi relocada no gênero revalidado *Passalites* e hoje é conhecida como *Passalites nemorivagus*.(MORALES-DONOSO et al., 2023); c) a confirmação da espécie *Mazama simplicicornis argentina* como sinônimo de *S. gouazoubira* a partir de análises morfológicas, filogenéticas e citogenéticas (SANDOVAL et al., 2023); d) validação da espécie *M. citus*, com proposta de um novo gênero *Bisbalus* para alocá-la, permanecendo *Bisbalus citus* (SANDOVAL et al., 2024); (Figura 2). Estas mudanças taxonômicas levaram considerar hoje em dia o gênero *Mazama* como parafilético dentro da subtribo Odocoileina.

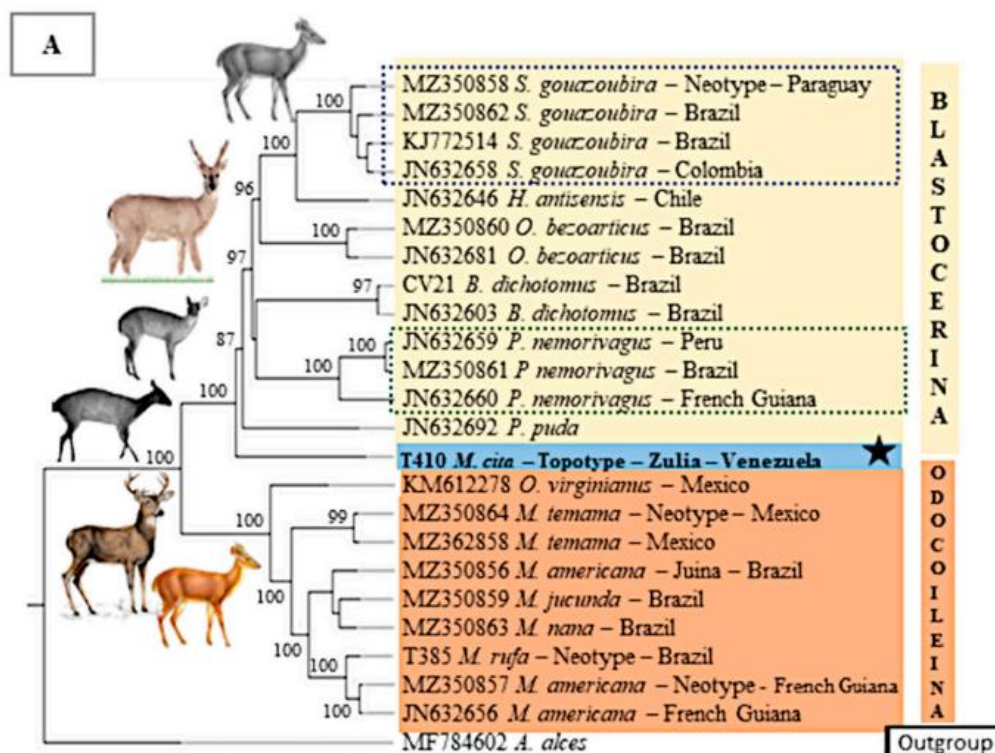


Figura 2: Árvore de inferência bayesiana do mitogenoma de algumas espécies da tribo Capreolinae, ressalta o topotipo do novo gênero descrito na subtribo Blastocerina: *Bisbalus* (estrela) Adaptado de: SANDOVAL et al., 2024

Na atualidade são aceitas as seguintes espécies do gênero *Mazama*: *M. americana* (ERXLEBEN, 1777), *M. rufa* (ILLIGER, 1915), *M. temama* (KERR, 1792), *M. rufina* (PUCHERAN, 1851), *M. nana* (HENSEL, 1872), e *M. jucunda* (THOMAS, 1913).

No entanto, permanecem constantes discussões em torno de revalidações de espécies que foram sinonimizadas ou da descrição de novas espécies (ABRIL et al., 2010; GUTIÉRREZ et al., 2015; CIFUENTES-RINCÓN et al., 2020; PERES et al., 2021; SANDOVAL et al., 2022). Devido a ampla variabilidade cariotípica, incertezas taxonômicas e desconhecimento das populações da espécie, *M. americana* foi considerada como dados insuficientes (DD) na Lista vermelha de espécies ameaçadas, (DUARTE, J.M.B & VOGLIOTTI, A., 2016). Dentro desse contexto, torna-se necessária a revisão de todas as espécies sinonimizadas à *M. americana* na região neotropical,

especialmente em países como Equador, onde não tem sido desenvolvidos estudos genéticos do gênero *Mazama*.

2.3 Espécies de *Mazama* descritas no Equador

2.3.1 *Mazama rufina* (PUCHERAN, 1851)

A partir de um espécime macho coletado no Vale de Lloa, cantón Quito, por Bourcier, consul da França no Equador, e um espécime fêmea, Pucheran (1851) descreveu a espécie *Cervus rufinus*. Holótipo e parátipo estão no Museu Nacional de História Natural (MNHN) de Paris, França. Holótipo: MNHN-ZM-MO-1851-61 e parátipo: MNHN-ZM-MO-1851-62.

Dentro das características morfológicas, destacam-se o tamanho pequeno, cor vermelha semelhante a tijolo nas laterais da cabeça, pescoço, dorso e flancos. A parte superior dos membros da mesma cor do dorso e de tom enegrecido desde as articulações até os cascos, rosto preto, mancha esbranquiçada abaixo das narinas e na ponta da mandíbula, garganta e região perineal tom de vermelho mais claro (Figura 3). As medidas são: Comprimento da ponta do focinho até a base da cauda 65 cm (holótipo sem cauda); cauda na fêmea (parátipo) 10 cm. Comprimento dos chifres 6,2 cm, altura frente 45,5 cm traseira, 49,5 (PUCHERAN, 1851).



Figura 3: Registros de *M. rufina* no Parque Nacional Sangay no Equador. Adaptado de BRITO et al., 2020

Esta espécie foi descrita inicialmente como *Cervus rufinus* (PUCHERAN, 1851), depois de revisões taxonômicas o nome mudou para *Cariacus rufinus* (BROOKE, 1878), *Mazama tema* (LYDEKKER; 1898); *Mazama rufinus* (THOMAS, 1908) e finalmente para *Mazama rufina* (THOMAS, 1913) nome com o qual a espécie é conhecida até hoje.

Alguns autores têm percebido similaridade morfológica associados ao paralelismo morfológico com a espécie *Mazama bricenii* (THOMAS, 1908; ALLEN, 1915), espécie que foi descrita posteriormente da coleta de um espécime por S. Briceño, no Páramo de la Culata, Mérida, na Venezuela. É um cervídeo pequeno com tamanho de 85-90 cm, e altura de 45-50 cm (LINARES 1998). Com coloração vermelha no dorso, escurecendo-se ou se convertendo em preto nas pernas e cabeça; pescoço alaranjado mancha branca na ponta do lábio superior e ponta da mandíbula. Difere de *M. americana* por uma cavidade profunda no osso lacrimal (BISBAL, 1991). Distribui-se pelas florestas montanhosas e paramos em altitude entre 1000 – 3500m de altitude na Venezuela e Nordeste da Colômbia (LIZCANO et al., 2010).



Figura 4: *M. bricenii*, adaptado de Neotropical Cervidology. Biology and Medicine of Latin American Deer. DUARTE JMB, GONZALEZ S (Eds.) 2010.

De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), *M. rufina* ocorre nos Andes centrais colombianos, Andes equatorianos e do norte do Peru; e *M. bricenii* nos Andes venezuelanos e a Cordilheira dos Andes Oriental da Colômbia (LIZCANO et al., 2016a; LIZCANO et al., 2016b). O status de ameaça tanto de *M. rufina* quanto de *M. bricenii* é vulnerável (LIZCANO et al., 2016a; LIZCANO et al., 2016b).

Atualmente *M. bricenii*, é considerada sinônimo júnior de *M. rufina* (GUTIÉRREZ et al., 2015; JASPER et al., 2022; ESCOBEDO-MORALES et al.,

2023), baseado nos resultados filogenéticos de fragmentos de genoma mitocondrial (Cytb) e mitogenoma completo que recuperaram ambas espécies em um clado monofilético (Figura 4).

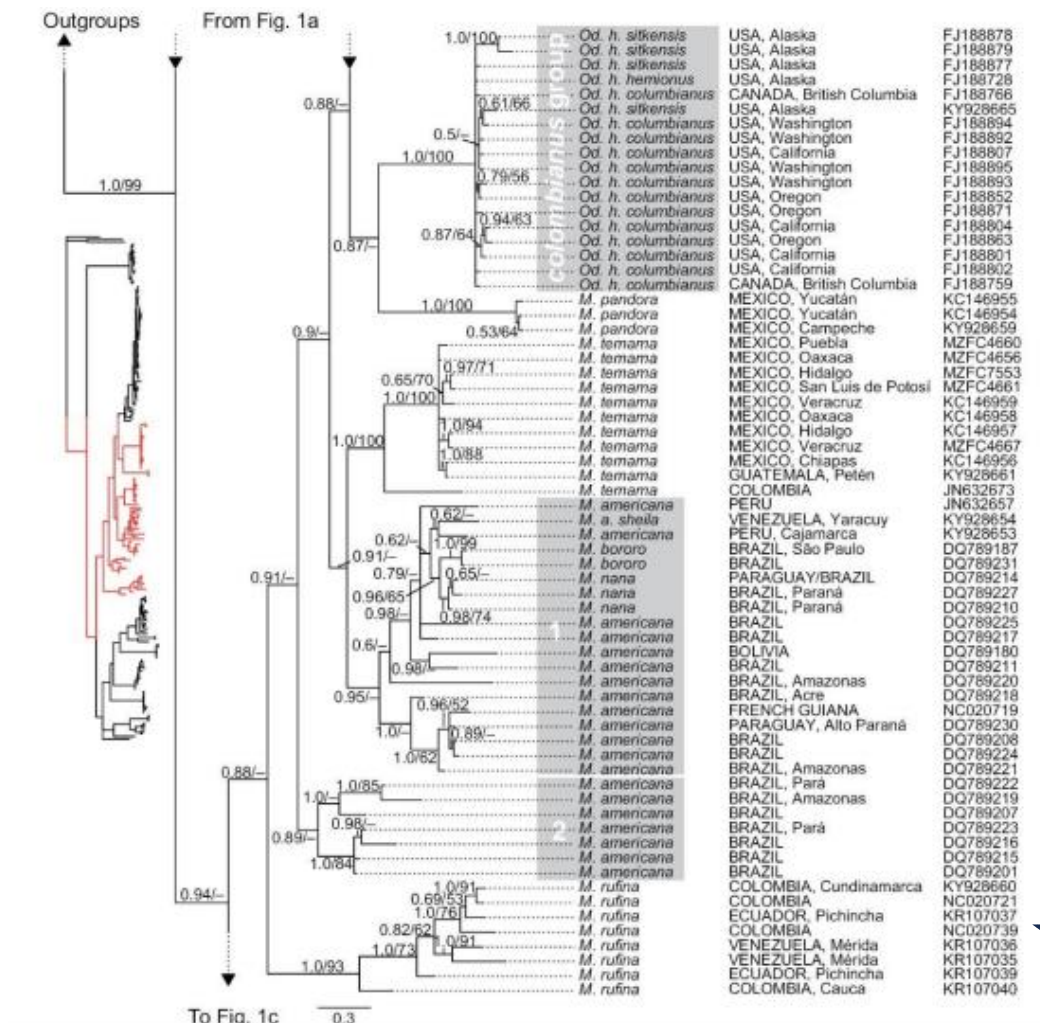


Figura 5: Árvore de inferência bayesiana do gene Cytb de indivíduos da subtribo Odocoileina. A espécie *M. rufina* (estrela) foi recuperada em um clado independente de *M. temama*, *M. americana* grupos 1 e 2 (cor gris). Adaptado de GUTIERREZ et al., 2017

2.3.2 *Mazama gualea* (ALLEN, 1915)

William B. Richardson em 1913, coletou um holótipo fêmea em Gualea e uma jovem fêmea no Monte Pichincha (Quito), nas quais Allen (1915) se baseou para descrever a espécie *M. gualea*. Listou como características morfológicas importantes a coloração marrom avermelhada, dorso marrom, escuro nas costas, mais claro e tingido de ruivo nas laterais e parte inferior. Membros

marrom escuros. Região inguinal e parte interna das coxas cor branca com uma faixa branca que desce até o jarrete. Faixa tingida de ruivo sobre os olhos, orelha marrom externamente, com mancha esbranquiçada na base interna, mancha branca no lábio superior contornando o rinário, queixo esbranquiçado.

As medidas foram: Comprimento total 1050, 1250 mm; cauda 50, 60mm; fêmea tipo e fêmea topotipo respectivamente. Medidas cranianas: Comprimento total 195 e 193mm; largura zigomática 86.5, 88 mm comprimento condilobasal: 185, 179 mm fêmea tipo e fêmea topotipo respectivamente (ALLEN 1915).

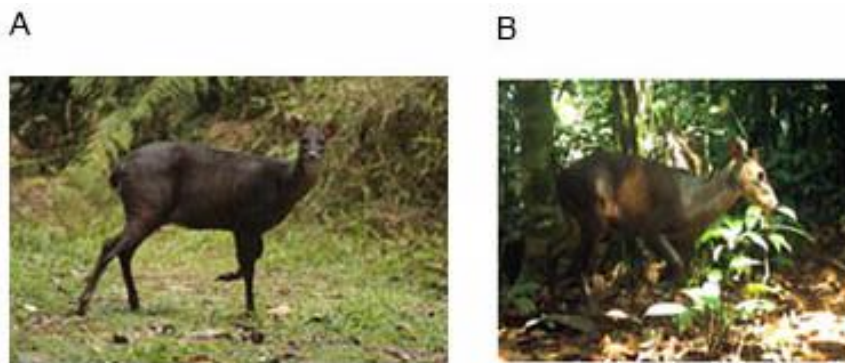


Figura 6: Registros de *M. gualea* no Equador, adaptado de: A) SÁNCHEZ, J.C. -BIOWEB, <https://bioweb.bio>; B) UTRERAS et al., 2020

O autor menciona que a espécie está relacionada a *M. zetta* (THOMAS, 1913) mas difere do tipo no tamanho e a cor mais escura e menos vermelha.

M. gualea foi sinonimizada à *M. americana* (CABRERA, 1961; GRUBB, 2005); sendo depois considerada uma espécie válida com os resultados de análises morfológicas do crânio, em relação às espécies da Colômbia e Peru (GROVES; GRUBB, 2011). Atualmente, na lista de mamíferos do Equador, *M. gualea* é considerada uma espécie válida (TIRIRA et al., 2023). Com distribuição no litoral pacífico, região Costa equatoriana, na floresta úmida e seca, tropical e subtropical, entre 0 e 2050 metros de altitude, ocupa floresta primária, secundária de galeria e bordas, espécie restrita à floresta e pouco provável em áreas abertas (TIRIRA, 2017).

A falta de dados citogenéticos e moleculares gera dúvidas sobre a identidade genética da espécie, em relação as outras descritas na América Latina.

2.3.3 *Mazama fuscata* (ALLEN , 1915)

No Setor Río de Oro, província de Manabi, próximo ao nível do mar; William B. Richardson coletou um espécime macho (holótipo) e uma jovem fêmea (parátipo), que foram usados na descrição da espécie *M. fuscata* por J.A. Allen (1915). O autor menciona que é um cervídeo de tamanho grande, coloração marrom acinzentada, cauda curta, marrom escuro acima e branca embaixo. Possui a parte superior marrom escuro; mais escuro, quase preto, na área dorsal; lábio superior ligeiramente esbranquiçado, lados do pescoço monótono canela, região inguinal branca, membros canela-amarelado, orelhas marrom-escuras, cauda muito curta marrom escuro acima, branco abaixo (ALLEN, 1915).

As medidas descritas são: Crânio comprimento total 210mm, comprimento condilobasal 200mm, largura zigomática 96mm; largura orbital 94mm; largura interorbital, 56mm (ALLEN, 1915).

Esta espécie é semelhante à *M. gualea* mas apresenta coloração mais escura e tamanho maior, e podem ser formas representativas da mesma espécie; *M. gualea* é do interior e altitudes entre 1800 e 3600 m anm e *M. fuscata* da faixa costeira (ALLEN, 1915).

Foi classificada como sinônimo de *M. gualea* e incluída na subespécie *M. americana gualea* (CABRERA, 1961). Posteriormente foi sinonimizada como *Mazama americana whitelyi* (HALTENORTH, 1963). Em uma nova revisão morfológica foi considerada como sinônimo de *M. americana* (GRUBB, 2005). Depois de um estudo craniométrico, foi colocada como sinônimo de *M. gualea*, sendo uma de suas características os chifres de tamanho médio (GROVES; GRUBB, 2011). Entretanto, não existe uma revisão taxonômica integrativa com análises citogenéticas e moleculares de espécies de *Mazama* com origem no litoral do Equador.

2.3.4 *Mazama zamora* (ALLEN, 1915)

A partir de um espécime coletado em Zamora, sudeste o Equador (600manm) por William B. Richardson foi descrita a espécie *M. zamora* por Allen (1915).

Apresenta cor vermelha amarelada brilhante, mais avermelhada na região mediana do dorso, mais pálida nas laterais e na face ventral; nuca e topo da cabeça escuro; tufo de pelos longos na frente da cabeça; lados da região interorbital ruivos; região facial marrom-escura; uma pequena mancha branca em cada lado do nariz; orelhas marrom-escuras; queixo e garganta branca. Cor das pernas quase uniformes com a superfície ventral; região inguinal interna às coxas brancas. As medidas foram comprimento total 1370mm: cauda, 80mm. Crânio: comprimento total 204mm; comprimento condilobasal 193mm; largura zigomática 87mm; largura orbital 87mm; largura interorbital 40.6mm (ALLEN, 1915).

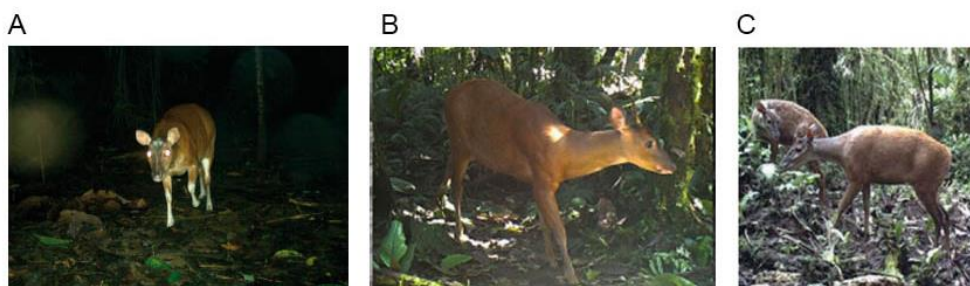


Figura 7: Registros de *M. zamora* no Equador, adaptado de A) MEJÍA-VALENZUELA & AUZ-CERÓN, 2020; B) ANDI et al., 2018 C) BRITO, et al., 2020.

Distribui-se pela Amazônia, floresta úmida tropical e subtropical de 190 a 1900 m de altitude, floresta primária, secundária, de galeria e suas bordas, evita pantanais e florestas alagadas (TIRIRA, 2017). A última Lista de mamíferos da Colômbia (RAMÍREZ-CHÁVEZ., ET AL 2021) menciona a presença de *M. zamora* na Amazonia Colombiana.

Mazama zamora foi considerada subespécie de *M. americana* e nomeada *M. americana zamora*, espécie que habita o Alto Amazonas: sudeste da Colômbia, leste dos Andes equatorianos e leste do Peru (CABRERA, 1961). Esta espécie foi sinonimizada à *M. americana* (GRUBB, 2005) e considerada como espécie novamente pela diferença entre medidas cranianas e a presença de chifres pequenos em comparação com as outras espécies do grupo *M. americana* (GROVES; GRUBB, 2011). Não existem estudos taxonômicos mais recentes e a ausência de dados citogenéticos e moleculares desta espécie é uma questão importante para ser resolvida no sentido de estabelecer a identidade genética de *M. zamora*.

3. REFERÊNCIAS:

ABRIL, V. V. et al. Elucidating the Evolution of the Red Brocket Deer *Mazama americana* Complex (Artiodactyla; Cervidae). **Cytogenetic and Genome Research**, v. 128, n. 1–3, p. 177–187, 2010.

ABRIL, V. V.; DUARTE, J. M. B. Chromosome polymorphism in the Brazilian dwarf brocket deer, *Mazama nana* (Mammalia, Cervidae). **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, n. 1, p. 53–57, 2008.

ALLEN, J.A. Notes on American deer of the genus *Mazama*. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v.34 p. 521-553, 1915.

ANDI, Y. et al., **Mamíferos y aves terrestres del Parque Nacional Cayambe Coca**, Disponível em: fieldguides.fieldmuseum.org. 1035 versão 1, 2018. Acesso em 06-02-2024.

BERNEGOSI, A. M. et al. Resurrection of the genus *Subulo* for the gray brocket deer, with designation of a neotype. **Journal of Mammalogy**, v. 104, n. 3, p. 619–633, 6 jun. 2022.

BISBAL F. 1991. Distribución y taxonomía del venado matacán (*Mazama* sp.) en Venezuela. **Acta Biológica Venezolánica** 13:89–104.1991

BRITO, J. et al. Mamíferos del Parque Nacional Sangay, Ecuador. Disponível em: fieldguides.fieldmuseum.org. 1035 versão 1, 2020. Acesso em 06-02-2024.

CABRERA, A. **Catálogo de los mamíferos de America der Sur**, 1961.

CIFUENTES-RINCÓN, A. et al. Designation of a neotype for *Mazama americana* (Artiodactyla, Cervidae) reveals a cryptic new complex of brocket deer species. **ZooKeys**, v. 958, p. 143–164, 11 ago. 2020.

CURSINO, M. et al. The role of chromosome variation in the speciation of the red brocket deer complex: the study of reproductive isolation in females. **BMC Evolutionary Biology**, v. 14, n. 1, p. 40, 2014.

DUARTE, J.M.B & GIANNONI M.L. A new species of deer in Brazil (*Mazama bororo*). **Deer Specialist Group Newsletter**, v. 13:5, 1996.

DUARTE, J.M.B & JORGE, W. Morphologic and cytogenetic description of the small red brocket (*Mazama bororo* Duarte, 1996) in Brazil. **Mammalia** 67:403-410, 2006.

DUARTE, J.M.B.; GONZÁLEZ, S.; MALDONADO, J.E. The surprising evolutionary history of South American deer. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 49, n. 1, p. 17–22, 1 out. 2008.

DUARTE, J.M.B & VOGLIOTTI, A. *Mazama americana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T29619A22154827. 2016. Accessed on 11 January 2024.

ERXLEBEN, J.C.P. Systema regni animalis per classes, ordines, genera, species, varietates cum synonymia et history animalium, Classis 1. Mammalia. Impensis Weygandianis. 1777.

ESCOBEDO-MORALES, L. A. et al. First description of the mitochondrial genomes of the Central American brocket deer *Mazama temama* (Kerr, 1792) and the Yucatán Peninsula brocket deer *Odocoileus pandora* Merriam, 1901. **Molecular Biology Reports**, jun. 2023.

GALINDO, D. J. et al. Chromosomal polymorphism and speciation: The case of the Genus *Mazama* (Cetartiodactyla; Cervidae). **Genes**, v. 12, n. 2, p. 1–16, fev. 2021.

GILBERT, C.; ROPIQUET, A.; HASSANIN, A. Mitochondrial and nuclear phylogenies of Cervidae (Mammalia, Ruminantia): Systematics, morphology, and biogeography. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 40, n. 1, p. 101–117, jul. 2006.

GROVES C.P., GRUBB, P. Relationships of living deer. In: Wemmer, C.M. Biology and management of the cervidae. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 21-59. 1987.

GROVES, C.; GRUBB, P. **Ungulate Taxonomy**. [s.l.] The John Hopkins University Press. Baltimore, 322p, 2011.

GRUBB P. Order Artiodactyla. In: Wilson DE, Reeder DM, editors. **Mammal species of the world**. [s.l.] Johns Hopkins University Press. Baltimore, 2005.

GUTIÉRREZ, E. E. et al. The Taxonomic Status of *Mazama bricenii* and the Significance of the Táchira Depression for Mammalian Endemism in the Cordillera de Mérida, Venezuela. **PLOS ONE**, v. 10, n. 6, p. e0129113, 29 jun. 2015.

GUTIÉRREZ, E. E. et al. A gene-tree test of the traditional taxonomy of American deer: the importance of voucher specimens, geographic data, and dense sampling. **ZooKeys**, v. 697, p. 87–131, 14 set. 2017.

HASSANIN, A. et al. Pattern and timing of diversification of Cetartiodactyla (Mammalia, Laurasiatheria), as revealed by a comprehensive analysis of mitochondrial genomes. **Comptes Rendus - Biologies**, v. 335, n. 1, p. 32–50, jan. 2012.

HECKEBERG, N. S. et al. Systematic relationships of five newly sequenced cervid species. **PeerJ**, v. 4, p. e2307, 4 ago. 2016.

HECKEBERG, N. S. Origination of antlerogenesis. **Journal of Morphology**, v. 278, n. 2, p. 182–202, fev. 2017.

HECKEBERG, N. S. The systematics of the Cervidae: a total evidence approach. **PeerJ**, v. 8, p. e8114, 18 fev. 2020.

HENSEL, R. Beiträge zur Kenntniss der Säugethiere Süd-Brasiliens. Abhandl. König. Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1-130, 1872.

ILLIGER, J.K.W. Uebelblick der Säugethiere nach ihrer Vertheilung über die Welttheile. Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlim 39–159, 1815.

JASPER, J. G. et al. *Mazama rufina* (Artiodactyla: Cervidae). **Mammalian Species**, v. 54, n. 1016, p. seac001, 1 abr. 2022.

KERR, R. The animal kingdom; p. 303, 1792.

LYDEKKER, The deer of all lands: a history of a family Cervidae living and extinct. Catalogue of the Ungulate mammals in the British Museum; p. 302, 1898.

LIZCANO, D.J. et al. Mérida Brocket *Mazama bricenii* (Thomas 1908). In: Duarte JMB, Gonzalez S, editors. **Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer**. Jaboticabal: Funep-IUCN; pp. 181–184. 2010

MANTELLATTO, A. M. B.; GONZÁLEZ, S.; DUARTE, J. M. B. Cytochrome b sequence of the *Mazama americana jucunda* Thomas, 1913 holotype reveals *Mazama bororo* Duarte, 1996 as its junior synonym. **Genetics and Molecular Biology**, v. 45, n. 1, p. e20210093, 2022.

MEJIA-VALENZUELA, E & AUZ-CERÓN, D. Primer reporte de leucismo en *Mazama murelia* y *Mazama zamora* (Artiodactyla: Cervidae) en el Corredor Cuyabeno-Yasuní, Ecuador, **Notas sobre mamíferos sudamericanos**, Sociedad Argentina para el estudio de los mamíferos <http://doi.org/10.31687/saremNMS.20.0.05>, 10 feb. 2020.

MERINO M.L., ROSSI R.V. Origin, Systematics, and Morphological Radiation. In: J.M.B. Duarte and S. Gonzalez S. (Eds.) **Neotropical Cervidology, Biology and Medicine of Latin American Deer**. Funep/IUCN, Jaboticabal/Gland. pp. 2– 11. 2010.

MORALES-DONOSO, J. A. et al. Revalidation of *Passalites* Gloger, 1841 for the Amazon brown brocket deer *P. nemorivagus* (Cuvier, 1817) (Mammalia, Artiodactyla, Cervidae). **ZooKeys**, v. 1167, p. 241–264, 20 jun. 2023.

NEITZEL, H. **Chromosome Evolution of Cervidae: Karyotypic and Molecular Aspects**. (G. Obe, A. Basler, Eds.) Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1987. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-72802-0_5>. Acesso em: 9 dez. 2023

OLIVEIRA, M. L. DE; COUTO, H. T. Z. DE; DUARTE, J. M. B. Distribution of the elusive and threatened Brazilian dwarf brocket deer refined by non-invasive genetic sampling and distribution modelling. **European Journal of Wildlife Research**, v. 65, n. 2, abr. 2019.

PERES, P. H. F. et al. Revalidation of *Mazama rufa* (Illiger 1815) (Artiodactyla: Cervidae) as a Distinct Species out of the Complex *Mazama americana* (Erxleben 1777). **Frontiers in Genetics**, v. 12, p. 742870, 14 dez. 2021.

PUCHERAN J. **Note sur une espèce nouvelle de Cerf**. Rev et Mag Zool.; 2(III): 561–565, 1851.

RAMÍREZ-CHAVES, H.E., et al. **Mamíferos de Colombia**. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/kl1whs> accessed via GBIF.org on 09 abr. 2024.

SALVIANO, M. B. et al. Intraspecific chromosome polymorphisms can lead to reproductive isolation and speciation: An example in red brocket deer (*Mazama americana*). **Biology of Reproduction**, v. 96, n. 6, p. 1279–1287, jun. 2017.

SANDOVAL, E. D. P. et al. Integrative analysis of *Mazama temama* (Artiodactyla: Cervidae) and designation of a neotype for the species. **Journal of Mammalogy**, v. 103, n. 2, p. 447–458, 11 abr. 2022.

SANDOVAL E.D.P. et al. Assessing the Taxonomic Status of the Gray Brocket *Mazama simplicicornis argentina* Lönnberg, 1919 (Artiodactyla: Cervidae). **Zoological Studies**, v.30 , n. 62, 1 jan. 2023.

SANDOVAL, E. D. P. et al. Description of *Bisbalus*, a New Genus for the Gray Brocket, *Mazama cita* Osgood, 1912 (Mammalia, Cervidae), as a Step to Solve the Neotropical Deer Puzzle. **Taxonomy**, v. 4, n. 1, p. 10–26, 2 jan. 2024.

SARRIA-PEREA, J. A. **Taxonomia e filogenia de algumas espécies de *Mazama* (Mammalia; cervidae) da Colômbia**. Dissertation, São Paulo State University, Jaboticabal, 2012.

THOMAS O. The smaller south American Cervidae. **Annals and Magazine of Natural History** (Series 8) 1913.

THOMAS O. A new deer of the brocket group from Venezuela. **Annals and Magazine of Natural History**. 1 [Series 8]:349-350, 1908.

TIRIRA, D. G. et al. **Mammals of Ecuador: Official Updated Species Checklist**. version 2, Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, 20 dez. 2023.

TIRIRA D. G. **Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador**. 2. ed. [s.l.] Murciélago Blanco, Asociación ecuatoriana de Mastozoología, Quito, Ecuador; p. 513–518, 2017.

TOMAZELLA, I. M.; ABRIL, V. V.; DUARTE, J. M. B. Identifying *Mazama gouazoubira* (Artiodactyla; Cervidae) chromosomes involved in rearrangements induced by doxorubicin. **Genetics and Molecular Biology**, v. 40, n. 2, p. 460–467, 2017.

URGILÉS-VERDUGO et al. **Mamíferos medianos y grandes del Bosque Protector Cambugán**, Disponível em: fieldguides.fieldmuseum.org . 1010 version 1, 2018. Acesso em 06-02-2024.

VALERI, M. P.; TOMAZELLA, I. M.; DUARTE, J. M. B. Intrapopulation chromosomal polymorphism in *Mazama gouazoubira* (Cetartiodactyla; Cervidae): The emergence of a new species? **Cytogenetic and Genome Research**, v. 154, n. 3, p. 147–152, maio 2018.

VARGAS-MUNAR, D. S.; SARRIA-PEREA, J. A.; DUARTE, J. M. Different responses to doxorubicin-induced chromosome aberrations in Brazilian deer species. **Genetics and molecular research: GMR**, v. 9, n. 3, p. 1545–1549, 2010.

ZURANO, J. P. Cetartiodactyla_ Updating a time-calibrated molecular phylogeny. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 2019.