

VICENTE IBIAPINA NETO

**VARIABILIDADE FENOTÍPICA E CRESCIMENTO CORPORAL DE GRUPOS
GENÉTICOS DE GALINHAS**

Teresina – PI

2018

VICENTE IBIAPINA NETO

**VARIABILIDADE FENOTÍPICA E CRESCIMENTO CORPORAL DE GRUPOS
GENÉTICOS DE GALINHAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo – DZO/CCA/UFPI

Co-Orientador: Prof. Dr. Jose Lindenberg Rocha Sarmiento – DZO/CCA/UFPI

Teresina – PI

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

I12v Ibiapina Neto, Vicente

Variabilidade fenotípica e crescimento corporal de grupos genéticos de galinhas . / Vicente Ibiapina Neto - 2018.

117 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2018.

Orientação: Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo

1. Avicultura 2. Análise multivariada 3. Modelos não lineares mistos
4. Morfometria I. Título.

CDD 636.5

VARIABILIDADE FENOTÍPICA E CRESCIMENTO CORPORAL DE
GRUPOS GENÉTICOS DE GALINHAS

VICENTE IBIAPINA NETO

Tese aprovada em: 30/05/2018

Banca Examinadora:



Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo (Presidente) / DZO/CCA/UFPI



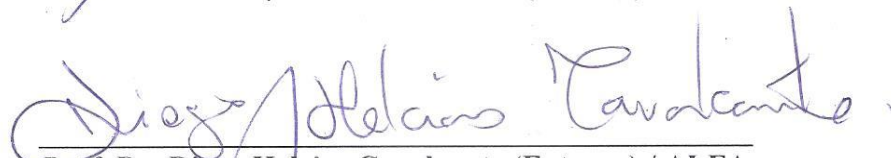
Prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmiento (Interno) / DZO/CCA/UFPI



Prof. Dr. Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho (Externo) / IFMA



Prof. Dr. Natanael Pereira da Silva Santos (Interno) / CPCE/UFPI



Prof. Dr. Diego Helcias Cavalcante (Externo) / ALFA



Prof. Dr. Firmino José Vieira Barbosa (Externo) / UESPI

DEDICATÓRIA

A Deus, Pais, Familiares e Amigos que com sabedoria
sempre estão do meu lado estimulando a seguir em
frente.

(Dedico e Ofereço)

Agradecimentos

Ao supremo criador de tudo e de todos, Deus, por ter sido meu refúgio e fortaleza nos momentos mais difíceis da minha vida;

A Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de conclusão de mais uma etapa da minha vida acadêmica;

A Universidade Estadual do Piauí, pelo apoio na realização desse trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa de estudo;

Ao Prof. Dr. José Elivalto Guimarães Campelo, pela orientação;

Aos meus pais, que enfrentaram as dificuldades que a vida oferece, souberam educar a mim e aos meus irmãos a quem também agradeço pelo estímulo sincero;

Ao Prof. Dr. Firmino José Vieira Barbosa, pela confiança, exemplos e o apoio que contribuíram para o meu amadurecimento profissional e pelos ensinamentos tão caros à minha vida acadêmica;

Ao prof. Dr. José Lindenberg Rocha Sarmiento, pela co-orientação;

Ao prof. Dr. Luiz Antonio Silva Figueiredo Filho, pela colaboração como avaliador na Qualificação;

Aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do CCA/UFPI e aos que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação;

Aos meus amigos e colegas, onde busco exemplos de perseverança e otimismo, além de auxílios muitas vezes necessários;

A todos que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

Sumário

RESUMO	8
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Galinhas Naturalizadas	15
2.2 Conservação de Recursos Genéticos	20
2.3 Marcadores Morfológicos e Morfométricos	21
2.4 Análise Multivariada	22
2.4.1 Componentes Principais.....	22
2.4.2 Análise de Agrupamento.....	23
2.5. Modelos não lineares para ajuste de curvas de crescimento em aves	25
2.5.1. Modelos não lineares.....	26
2.5.2. Modelos não lineares mistos.....	27
2.5.3. Métodos de Estimação dos parâmetros.....	28
2.5.4. Critérios de Convergência.....	29
2.5.5. Demais critérios.....	30
2.5.6. Critérios de informação de Akaike e Bayesiano.....	30
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
4. CAPÍTULO I: Diversidade fenotípica de galos de grupos genéticos do Meio-Norte do Brasil	41
RESUMO	42
INTRODUÇÃO	43
MATERIAL E MÉTODOS	44
RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
CONCLUSÕES.....	57
AGRADECIMENTOS.....	58
BIBLIOGRAFIA.....	58
5. CAPÍTULO II: Curva de crescimento de Ecótipos de Galinhas Naturalizadas mantidos em rebanho de conservação no Piauí - Brasil	60
Resumo.....	61
Introdução	61
Material e Métodos	62

Resultados	65
Discussão.....	67
Conclusões	69
Bibliografia	70
6. CAPÍTULO III:.....	81
Modelos não lineares mistos no estudo do crescimento de Galinhas Naturalizadas	81
Resumo.....	82
Introdução	82
Material e Métodos	84
Resultados	87
Discussões	89
Agradecimentos.....	92
Bibliografia	92
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS:	104
ANEXO	106

Lista de Figuras

2. REVISÃO DE LITERATURA	Erro! Indicador não definido.
2.1 Galinhas Naturalizadas	Erro! Indicador não definido.
Figura 1. Fotografia de aves pertencentes ao ecótipo Teresina. Fonte: NUGAN-MN.	16
Figura 2. Fotografia de um casal pertencente ao ecótipo Nordestina. Fonte: NUGAN-MN.	17
Figura 3. Fotografia de aves pertencentes ao ecótipo Graúna Dourada. Fonte: NUGAN-MN....	17
Figura 4. Fotografia de aves pertencentes ao ecótipo Brejeira. Fonte: NUGAN-MN.	18
Figura 5. Fotografias de reprodutores dos grupos genéticos Sertaneja (à esquerda) e Galos de Combate (à direita). Fonte: NUGAN-MN.	19
4. CAPÍTULO I: Diversidade fenotípica de galos de grupos genéticos do Meio-Norte do Brasil	Erro! Indicador não definido.
Figura 1. Fotografias de galos dos ecótipos Graúna Dourada – A, Nordestina – B, Brejeira – C do grupo genético Sertaneja – D, do ecótipo Teresina – E e de galo de criatório Familiar - F e de Galo de Combate – G.....	48
Figura 2. Diagrama de dispersão resultante da análise por componentes principais de galos de combate e naturalizados da região Meio-Norte do Brasil, 2018.	55
Figura 3. Dendrogramas de similaridade fenotípica entre galos de combate, de ecótipos naturalizados e de cidades do Meio-Norte do Brasil, pelos métodos de Ward (1963, A) e Average (B) e respectivos valores de approximately unbiased (au) e de bootstrap probability (bp).....	56
5. CAPÍTULO II: Curva de crescimento de Ecótipos de Galinhas Naturalizadas mantidos em rebanho de conservação no Piauí - Brasil	Erro! Indicador não definido.
Figura 1 Fotografias de machos e fêmeas dos ecótipos Teresina – A, Nordestina – B e Graúna Dourada – C.	77
Figura 2 Estimativas de pesos, em gramas, por modelo, sexo e ecótipos de galinhas naturalizadas da região Meio-Norte do Brasil, 2018.....	78
Figura 3 Resíduos padronizados para os modelos de Gompertz, Logístico e de Von Bertalanffy em galinhas naturalizadas.....	79
Figura 4 Estimativas de pesos, em gramas, de machos dos ecótipos Nordestina e Teresina e fêmeas dos ecótipos Graúna Dourada e Nordestina, segundo o modelo de Gompertz.....	80
6. CAPÍTULO III: Modelos não lineares mistos no estudo do crescimento de Galinhas Naturalizadas	Erro! Indicador não definido.
Figura 1. Resíduos padronizados para os modelos que melhor descreveram o crescimento de ecótipos de galinhas naturalizadas. $y_1 = A + u_1 \exp - (B + u_2) \exp - k + u_3 t$; $y_2 = (A +$	

$u_1)/1 + (B + u_2)\exp - (k + u_3)t$; $y_3 = (A + u_1)/1 + B\exp - (k + u_3)t$; $y_4 = (A + u_1)/$
 $1 + (B + u_2)\exp - (k + u_3)t$ 101

Figura 2. Estimativas de pesos, em gramas, de fêmeas de galinhas naturalizadas, 2018..... 102

Figura 3. Estimativas de pesos, em gramas, de machos de galinhas naturalizadas, 2018..... 103

Lista de Tabelas

2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.5. Modelos não lineares para ajuste de curvas de crescimento em aves.....	25
2.5.1. Modelos não lineares	26
Tabela 1. Modelos não lineares de Brody, Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz e suas respectivas Taxa de Crescimento Instantânea (TCI), Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), Peso no Ponto de Inflexão (PPI) e Ponto de Inflexão (PI) na curva de crescimento.	26
2.5.2. Modelos não lineares mistos.....	27
Tabela 2. Modelos não lineares mistos de Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz.	28
4. CAPÍTULO I: Diversidade fenotípica de galos de grupos genéticos do Meio-Norte do Brasil.....	41
Tabela I. Descrição das mensurações de características de morfometria e morfologia corporal de grupos genéticos de galinhas.	46
Tabela II. Características fenotípicas qualitativas dos galos de grupos genéticos criados no Meio-Norte do Brasil, 2018.	49
Tabela III. Características quantitativas de grupos genéticos de galos criados no Meio-Norte do Brasil, 2018.	53
5. CAPÍTULO II: Curva de crescimento de Ecótipos de Galinhas Naturalizadas mantidos em rebanho de conservação no Piauí - Brasil.....	60
Tabela 1 Composição de nutrientes presentes nos núcleos utilizados.	72
Tabela 2 Estimativa dos parâmetros (A, B e K) e critérios de avaliação dos modelos que atingiram convergência para machos.	73
Tabela 3 Estimativa dos parâmetros (A, B e K) e critérios de avaliação dos modelos que atingiram convergência para fêmeas.	74
Tabela 4 Coeficientes de correlação entre os parâmetros A, B e K, acima da diagonal, e respectivos p-value, abaixo da diagonal, dos modelos que melhor descreveram o crescimento dos ecótipos de galinhas naturalizadas, 2018.....	75
Tabela 5 Estimativa dos parâmetros (A, B e K) e critérios de avaliação para os modelos que não apresentaram diferenças significativas entre os ecótipos.....	76
6. CAPÍTULO III: Modelos não lineares mistos no estudo do crescimento de Galinhas Naturalizadas.....	81
Tabela 1. Modelos sem e com efeito aleatório propostos para explicar o padrão de crescimento de galinhas naturalizadas.	95
Tabela 2. Estimativas dos parâmetros de modelos não lineares de efeitos fixos e modelos não lineares de efeitos mistos.....	96

Tabela 3. Critérios de avaliação do ajuste de modelos não lineares de efeitos fixos e não lineares de efeitos mistos para machos e fêmeas.....	97
Tabela 4. Grupos estabelecidos pelo método de otimização de Tocher de diferentes modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas.....	98
Tabela 5. Grupos estabelecidos pelo método de otimização de Tocher de diferentes modelos não lineares para descrever o crescimento de machos.....	99
Tabela 6. Estimativas dos parâmetros e critérios de avaliação dos modelos que melhor descreveram o crescimento de ecótipos de galinhas naturalizadas.....	100

VARIABILIDADE FENOTÍPICA E CRESCIMENTO CORPORAL DE GRUPOS GENÉTICOS DE GALINHAS

RESUMO: Na sub-região Meio-Norte do Brasil há ecótipos de galinhas naturalizadas que precisam ser conservados. São aves descendentes de animais introduzidos na época da colonização que adquiriram características peculiares em resposta às condições do ambiente e ao modo de criação extensiva, mas encontram-se em risco de extinção ocasionado pela presença de outros grupos genéticos como os galos combatentes, que são agressivos e geralmente inseridos nos criatórios familiares. Com base no exposto, objetivou-se caracterizar a variabilidade fenotípica a partir de informações de galos desses grupos e de animais naturalizados de criação familiar na microrregião de Teresina – PI e também caracterizar o padrão de crescimento de aves desse ecótipos em regime de conservação genética. Na caracterização da variabilidade fenotípica recorreu-se a metodologia de agrupamento de Ward e a análise de Componentes principais, utilizando-se dados da morfometria corporal de galos dos ecótipos Graúna Dourada, Teresina, Nordestina, Brejeira e do grupo sintético Sertaneja, mantidos em Núcleo de Conservação, também de galos amostrados aleatoriamente em criatórios familiares (Teresina e Campo Maior – PI), e de animais de combate apreendidos em rinhas em Teresina. Nas análises descritivas com as características de natureza qualitativa constatou-se prevalência de crista serra nos animais do Núcleo de Conservação. O tipo ervilha prevaleceu nos Galos de combate e nos criatórios familiar, que atrelado ao modo de criação extensiva reforça indício da participação do galo de combate em cruzamentos com populações da região. As características quantitativas submetidas a análises multivariadas por critérios de agrupamento colocaram os quatro ecótipos e o Sertaneja em um grupo, os galos de combate em outro e os animais de criatórios familiar em outro. Avaliou-se o padrão de crescimento de animais dos três ecótipos utilizando-se modelos não linear e não linear misto, para a obtenção das estimativas dos parâmetros a , b , k e m dos modelos Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico, com dados de peso/idade das aves mantidas com manejo similar em Núcleo de conservação genética. Constatou-se que os animais dos ecótipos avaliados apresentam crescimento lento ao se levar em consideração os parâmetros de grupos genéticos citados em literaturas. Com a utilização do efeito aleatório nos modelos Logístico, de Gompertz e de Von Bertalanffy, ocorreu redução da variância residual. Os modelos logísticos e de Gompertz foram os mais

adequados para descrever o crescimento dos animais do três ecótipos, e seus parâmetros colocam em evidencia o Teresina como o de maior potencial para crescimento.

Palavras-chave: análise multivariada, modelos não lineares mistos, morfometria

PHENOTYPIC VARIABILITY OF ROOSTERS AND STANDARD OF BODY GROWTH OF CHICKENS OF GENETIC GROUPS OF THE MIDDLE NORTH OF BRAZIL

ABSTRACT: In the Middle-North region of Brazil, ecotypes of naturalized chickens were identified, animals introduced at the time of colonization that were created in isolation and acquired peculiar adaptive characteristics in response to environmental conditions, with a risk of extinction due to the entry of genetic groups from other countries and therefore should be retained in conservation. Among the animals with the potential to cause genetic erosion in these naturalized chickens are the fighting roosters, which are aggressive and usually inserted in family farms. Based on the above, the objective was to characterize the phenotypic variability in naturalized and family reared roosters of the Teresina - PI microregion and to characterize the pattern of bird growth in a genetic conservation regime. In the characterization of phenotypic variability we used the Ward grouping methodology and main component analysis, using morphology and body morphometry information of roosters randomly sampled in family farms (Teresina and Campo Maior municipalities - PI), four ecotypes and a synthetic group kept in the Conservation in the State University of Piauí and of combat animals collected from Teresina breeding herds, whose measurements are in database in this research unit for specific purposes. Characteristics of a qualitative nature submitted to descriptive analysis show the Graúna Dourada, Teresina, Nordestina ecotypes and the Sertaneja synthetic group with saw type comb prevalence. In the Brejeira ecotype, the fighting roosters and the roosters of the family farms were the ridge type comb, which can be seen as an indication of the participation of the fighting rooster in the crossings with populations of the region. The quantitative characteristics submitted to multivariate analyzes by grouping criteria placed the four ecotypes and the synthetic group in one group the fighting roosters in another and the animals of the family farms in another. To evaluate the pattern of growth of animals of the ecotypes in genetic conservation herds, nonlinear and non-linear mixed models. The weight / age data of the birds were used to obtain the estimates of the parameters a , b , k and m of the Brody, Richards, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic. Naturalized chicken ecotypes show slow growth when compared to other genetic groups present in the literature. The use of the random effect in the Logistic, Gompertz and Von Bertalanffy models, there was a reduction of the residual variance The logistic and

Gompertz models are the most adequate to describe the growth of naturalized chickens and the Teresina ecotype presents the highest growth potential.

Keywords: mixed nonlinear models, morphometry, multivariate analysis

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os animais naturalizados de ambiente tropical são importantes recursos genéticos por apresentarem características próprias e diferenciadas, adquiridas em resposta a pressão de seleção natural imposta pelo ambiente, resultando em rusticidade, variabilidade genética, adaptabilidade a condições adversas à criação de animais, dentre outras.

Na indústria avícola de corte ou postura, geralmente, há o predomínio da plumagem branca nas linhagens e híbridos comerciais, já a variabilidade fenotípica constitui um diferencial importante entre as aves naturalizadas, sendo que em muitos casos é utilizado como componente de identidade.

A diversidade de fenótipos em aves é caráter importante, pois pode ser visto como um componente que pode agregar valor e contribuir para aumentar a aceitação dos animais com identidade ou perfil fenotípico regional. Como exemplo cita-se a galinha Canela Preta (CARVALHO et al., 2017) e ecótipos inseridos em programas de conservação (CLEMENTINO et al., 2010), ambos no Piauí.

É importante nas populações de aves naturalizadas de uma região a discriminação fenotípica de tipos já padronizados, principalmente como forma de monitoramento de sua identidade ou detecção de introgressão gênica. Nesse procedimento, embora simples mas relevante, a utilização de dados de morfometria e morfologia corporal submetidos a análises multivariadas, tem sido considerado adequados para esse fim.

Dentre as justificativas do uso de fenótipos está o baixo custo da técnica sem comprometimento da qualidade dos resultados, como afirmaram Biagiotti et al. (2014), e por Adeyemi e Oseni (2018) que recorreram a análise de discriminante canônica para diferenciar três populações de perus nigerianos com diferentes colorações de plumagens. Porém, a discriminação genética deve complementar estudos morfológicos. Geralmente feita com análise de dados de microssatélites. E a genômica desde que foi inserida na produção animal como ciência nova tem causado mudanças no paradigma do melhoramento animal. Contudo a informação molecular não mudou os princípios básicos do melhoramento, que tem o fenótipo como um componente essencial (SARMENTO e SENA, 2017).

Independentemente da metodologia utilizada para discriminar animais naturalizados, a conservação destes faz-se necessária para o uso em futuros programas de melhoramento

genético, ou mesmo para a produção de alimentos de qualidade como atividade familiar ou agricultura familiar.

A criação de aves naturalizadas, geralmente como atividade de agropecuária familiar, prevalece como sistema extensivo e sem controle de acasalamentos, tem grande influência na manutenção de populações com identidade que possa resultar em raça ou linhagem. A esse respeito, um exemplo marcante é o risco de introgressão gênica pela utilização de galos de combate como reprodutor, que pode ocorrer de forma voluntária com a finalidade de aumentar o percentual de musculatura na carcaça, ou de forma involuntária pois quando não são mais úteis para rinha, geralmente são colocados em criatório familiar.

Mesmo sendo uma atividade ilegal, a criação de galos de combate é uma prática em todo o território nacional (ESCOBAR et al., 2014). Há a utilização de material genético que tem a seleção orientada para musculatura e para agressividade. E, como após a vida útil do galo como atividade esportiva, é comum misturá-lo em criatórios sem controle de acasalamentos, a sua agressividade se impõe frente aos galos do lote, conseqüentemente lhe atribui um grande poder de reprodução, conseqüentemente, mistura genética nos rebanhos onde ele possa ter contatos com as matrizes.

Como prevalece na atividade a criação dos animais de forma extensiva, há contato entre criatórios e aumenta a possibilidade dos produtores familiares utilizarem galos combatentes e/ou de outras linhagens em acasalamentos com as aves nativas. As perdas em consequência desse manejo podem ser irreparáveis, tornando importante quantificar o impacto da introdução desses animais, de modo que os riscos de erosão genética seja reduzido.

Assim, grupos genéticos distintos devem ser mantidos em sistema criação onde a perda de diversidade genética seja minimizada ou extinta (RIZTYAN et al., 2011). Esse é o contexto que vários ecótipos de galinhas naturalizadas ainda existentes na região Meio-Norte do Brasil estão submetidos e o risco iminente de erosão genética decorre principalmente da introdução desordenada de exemplares de raças e linhagens comerciais, conseqüentemente, estão sob necessidade de se conservar.

Em programas de conservação e de melhoramento genético o uso de marcadores morfométricos e de dados produtivos contribuiu e ainda contribui para a caracterização de grupos genéticos (FRANCESCH et al., 2011) e na obtenção de ganhos produtivos por meio de seleção, como a produção de ovos, que pode ser melhorada com a distinção de indivíduos

com base na taxa de produção (SAVEGNAGO et al., 2011). Carvalho et al. (2017) utilizaram a metodologia sugerida por Francesch et al. (2011) para caracterizar grupos genéticos denominados “Canela Preta” e concluíram que as aves estudadas apresentam variabilidade fenotípica.

A identificação do padrão e do potencial de crescimento de aves naturalizadas também é relevante e deve ser considerado complementar ao processo de caracterização fenotípica. O crescimento dessas aves pode ser descrito por curvas obtidas pelo ajuste de modelos matemáticos não lineares. Os modelos Quadrático Logarítmico, de Gompertz, von Bertalanffy e Logístico se ajustam bem ao crescimento dos genótipos de galinhas caipiras (MORAIS et al., 2015; VELOSO et al., 2015).

O objetivo com essa pesquisa foi identificar modelos de regressão não linear mais adequado para descrever a curva de crescimento de ecótipos de galinhas naturalizadas e avaliar a diversidade fenotípica em galos de grupos genéticos criados no Meio-Norte do Brasil.

A Tese está estruturada em: Introdução geral, Revisão de Literatura, redigidas de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, Capítulos I, II e III, obedecendo às normas editoriais das revistas Ciência e Agrotecnologia (Universidade Federal de Lavras), Revista Brasileira de Zootecnia (Sociedade Brasileira de Zootecnia) e British Poultry Science, respectivamente, às quais serão submetidos para publicação, Considerações Finais e em anexo apresenta-se um resumo dos comandos das análises processadas no software R, versão 3.4.2.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Galinhas Naturalizadas

A galinha doméstica é originária da Índia, local onde ocorreu sua domesticação, assim como na China e na Pérsia. Foi introduzida na Europa a partir da Pérsia e da Grécia, talvez no quarto século antes de Cristo (DOMINGUES, 1981).

No Brasil, a introdução da galinha doméstica ocorreu por ocasião do descobrimento e colonização, originária de quatro ramos genealógicos distintos, o mediterrâneo, o inglês, o americano e o asiático. Estas aves, não recebendo as práticas de manejo adequadas e submetidas a situações adversas adquiriram resistência a algumas doenças e se tornaram adaptadas ao clima local (BARBOSA et al., 2007).

O termo “caipira” foi utilizada de forma generalizada a todas as galinhas de plumagem colorida, como as das raças Plymouth Rock Barrada, Label Rouge, Rhodes Island Red, dentre outras, assim como para várias marcas comerciais melhoradas, como a “Pesadão”, a “Paraíso Pedrês”, a “Gigante Negro”, entre outros. Entretanto, o termo “galinhas naturalizadas” passou a ser adotado para grupos de animais que são bem distinto em relação às raças e marcas comerciais, que se apresentam mais exigentes em termos de manejo, clima e principalmente, alimentação.

Por sua vez, os animais naturalizados se caracterizam por apresentar grande variabilidade genética e fenotípica, como constatado por Clementino et al. (2010), por meio de análises moleculares utilizando como instrumento os marcadores de microssatélite.

Estes animais são potencialmente ricos em termos de genes de adaptabilidade e resistência a doenças tropicais, portanto de grande importância para incorporar em germoplasma exótico de alto rendimento. Assim, a conservação desses animais tem como principal finalidade a proteção como fonte de variação genética para futuros trabalhos de melhoramento. Além disso, o germoplasma nativo tem grande utilidade para a geração de renda para os pequenos criadores e os produtos apresentam qualidade nutricional, sabor e textura diferenciados quando comparados a animais que foram submetidos a métodos de melhoramento genético (CHOE et al., 2010; MELESSE e NEGESSE, 2011).

As galinhas naturalizadas são geralmente criadas em instalações simples no país, explorando recursos disponíveis na região, mas esse manejo resulta em baixo rendimento comparado a outras raças, portanto devem receber práticas de manejo que as permitam expressar todo potencial produtivo (BARBOSA et al., 2007), de modo a reduzir riscos de extinção.

A exploração de aves com grande variabilidade genética e que sejam mais adaptadas às condições do meio e ao manejo a que forem submetidas, por exemplo em criação extensiva, tem um aspecto positivo que é possibilitar formar grupos com animais fenotipicamente semelhantes.

As diferenças fenotípicas detectadas entre populações são evidências de variação genética resultante da seleção pelo ambiente. Assim, os grupos de animais criados de maneira isolada, sem a realização de acasalamento com animais de outras regiões e com características próprias são classificados como "ecótipos" (INNES, 1984).

Na microrregião Meio-Norte do Brasil, área que abrange o estado do Maranhão e do Piauí, é expressiva a quantidade de animais criados como atividade familiar e grande é o risco de introdução de animais de outras regiões, alterar a composição dessa população. Considerando esse contexto Barbosa et al. (2006) avaliando populações dessas aves, destaca a constatação de quatro populações isoladas geograficamente e com características fenotípicas distintas, que passaram a ser mantidas em Núcleo de conservação no Estado, como ecótipos com a denominação segundo a sua origem.

O ecótipo Teresina, originário da cidade de Teresina-Piauí, apresenta o macho com plumagem de tons vermelhos e alaranjados com a ponta da cauda preta e as fêmeas têm plumagem marrons (Figura 1).



Figura 1. Fotografia de aves pertencentes ao ecótipo Teresina. Fonte: NUGAN-MN.

São animais de porte médio com o macho apresentando média de peso vivo de 2,1 kg, e as fêmeas 1,7 kg e produz ovos marrons (média de 110 ovos/ave/ano). Os animais deste grupo têm crista do tipo serra (simples) cuja herança é denominada homozigoto recessiva (IKEOBI et al., 2000).

O ecótipo Nordestina, com origem de referência o município de Regeneração, Piauí, apresentam plumagem variada, mas predomina o branco chitado de preto (Figura 2). Também são animais de porte médio mais apresentam carcaça com maior proporção muscular, em relação aos demais ecótipos. Apresentam crista do tipo serra e as fêmeas produzem ovos brancos e azuis (117 ovos/ave/ano).



Figura 2. Fotografia de um casal pertencente ao ecótipo Nordestina. Fonte: NUGAN-MN.

Graúna Dourada é o nome do ecótipo proveniente da cidade de Itapecuru Mirim, no Maranhão. A plumagem de cor preta predomina e os machos têm no pescoço e nas asas penas douradas, Figura 3.



Figura 3. Fotografia de aves pertencentes ao ecótipo Graúna Dourada. Fonte: NUGAN-MN.

São aves menores mas os machos podem apresentar peso vivo de 2,3 e 1,5 kg para as fêmeas (CARVALHO et al., 2015). É o grupo mais prolífero (124 ovos/ave/ano) e com maior capacidade adaptativa em ambientes de clima quente e seco. As fêmeas produzem ovos marrons.

O ecótipo Brejeira é oriundo de regiões de brejos ou áreas alagadiças do município de Brejo de Anapurus, Maranhão. A produtividade aumenta e não há aumento significativo de mortalidade em ambientes úmidos e no período chuvoso, se destacando em relação aos demais ecótipos nessa condição ambiente. As fêmeas produzem ovos brancos, azuis e marrons claro (98 ovos/ave/ano). São animais que apresentam carcaça com proporção muscular mais elevada que os demais, Figura 4. A média de peso vivo dos machos é de 2,0 e as fêmeas 1,5 kg (CARVALHO et al., 2015).



Figura 4. Fotografia de aves pertencentes ao ecótipo Brejeira. Fonte: NUGAN-MN.

Existe ainda um grupo sintético denominado Sertaneja que é resultado de cruzamentos envolvendo os ecótipos Graúna Dourada e Nordestina (Figura 5). As aves produzem ovos brancos e existe o interesse em introduzir os genes que condicionam a cor da casca dos ovos e das penas azuis (ZHAO et al., 2006). Os primeiros cruzamentos com esse objetivo no Brasil foram realizados por Graner e Torres (1949). As aves deste grupo têm crista simples e tamanho semelhante ao ecótipo Graúna Dourada. No entanto, produzem menor quantidade de ovos (110 ovos/ave/ano).

Os galos de Combate têm maior tamanho e média de peso vivo quando comparados com os demais (Figura 5). Além disso, as fêmeas do grupo produzem menor quantidade de

ovos (BORGES et al., 2015). Embora seja considerada uma atividade ilegal no Brasil, a realização de rinhas ainda é frequente no país (ESCOBAR et al., 2015).



Figura 5. Fotografias de reprodutores dos grupos genéticos Sertaneja (à esquerda) e Galos de Combate (à direita). Fonte: NUGAN-MN.

Animais das populações mencionadas estão mantidas no Núcleo de Conservação de Galinhas Naturalizadas da Região Meio-Norte do Brasil, NUGAN-MN. Inicialmente o Núcleo foi instalado nas dependências da Embrapa Meio-Norte, localizada em Teresina-PI, no ano 2000 e permaneceu até meados de 2012. Na Embrapa foi comprovada a existência de variabilidade genética tanto entre os diferentes ecótipos como entre os indivíduos dentro de cada ecótipos (CLEMENTINO et al., 2010).

Em seguida o NUGAN-MN foi instalado nas dependências da Universidade Estadual do Piauí na cidade de União. Permaneceu no local por pouco mais de dois anos e em maio de 2015 o Núcleo foi instalado no Parque de Exposições Dirceu Arcoverde, local que atualmente se encontra.

Atualmente o NUGAN-MN ocupa uma área de 2100 m² de área de aviário cercada. Desta, existe aproximadamente 1600 m² de área de pasto irrigada para a realização de pesquisas. Além da conservação dos grupos genéticos já citados, o objetivo principal do

Núcleo é a multiplicação destes grupos para que a médio ou em longo prazo os ecótipos obtenham status de raça (BARBOSA, 2006).

As galinhas pertencentes aos núcleos agrícolas familiares dos estados do Piauí e Maranhão são compostas por aves resultantes do cruzamento de raças e linhagens comerciais e de animais de combate.

2.2 Conservação de Recursos Genéticos

Há várias razões para a conservação de recursos genéticos de animais de produção, uma delas seria a manutenção de raças raras ou locais, uma vez que as mesmas podem cumprir as exigências específicas em relação às regiões de origem, ao clima ou produzir produtos típicos regionais. Além disso, as raças locais são vistas como patrimônio cultural e genético, por isso devem ser preservadas (WOELDERS et al., 2006).

Além destes, a FAO (Food and Agriculture Organization) considera também o potencial econômico, o risco de extinção e a oportunidade de pesquisa e o treinamento pessoal como razões de conservação de recursos genéticos. A instituição classifica as estratégias de conservação em animais de conservação *in situ*, no meio ambiente no qual eles foram desenvolvidos, ou *ex-situ*. Este último pode ser dividido em *ex-situ*, conservação *in vivo* e a criopreservação de sêmen, ovócitos, embriões, células somáticas e DNA.

O armazenamento de DNA tem auxiliado a conservação de raças e espécies em extinção, assim como pesquisas envolvendo a associação de marcadores moleculares às características de interesse econômico (EGITO et al., 2005).

Compreender a extensão da diversidade genética das aves é fundamental para o desenvolvimento de coleções em bancos de germoplasma, bem como para o desenvolvimento de estratégias para conservar e explorar esses recursos (FARUQUE et al., 2010). As linhagens pertencentes a instituições públicas e grandes empresas comerciais de criação, o entendimento é considerável devido às avaliações constantes, e isto não ocorre com as raças de várias espécies em extinção, principalmente de galinhas, pela falta de conhecimento na estrutura de pedigree, produção e população, além dos níveis moleculares (BLACKBURN, 2006).

A caracterização de galinhas por meio do uso de marcadores genéticos é útil para o estabelecimento de plano para conservação como recurso genético (TADANO et al., 2013).

2.3 Marcadores Morfológicos e Morfométricos

A diversidade fenotípica em populações de galinhas é um importante ponto de partida para a realização de programas de conservação genética (ZARAGOZA et al., 2013).

Em termos de conservação ou de melhoramento de aves, como também em outros animais domésticos, a existência de variabilidade fenotípica e genética é de fundamental importância para que se obtenha sucesso na atividade, razão pela qual a caracterização de diferentes ecótipos se faz necessária, tanto na morfologia como no desempenho produtivo. Em ambos é importante a utilização de marcadores e de metodologia de análise adequadas.

Marcadores são partes no genoma que podem representar um gene ou um fragmento de DNA, sendo esses morfológicos ou moleculares. Até meados da década de 60, tais marcadores foram utilizadas em estudos de genética e melhoramento e, quando controlados por genes associados a caracteres morfológicos são denominados marcadores morfológicos (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998).

Marcadores morfométricos ou zoométricos se tornaram conhecidos quando foram utilizados em estudos de dimorfismo sexual (BADUBI et al., 2006; PÉREZ et al., 2004). Passaram a ser mais utilizados após a descrição da metodologia para caracterização e comparação entre raças de uma mesma espécie de aves, feita por Francesch et al. (2011). Na metodologia, as características de peso e medidas corporal são comparadas utilizando o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk},$$

onde Y_{ijk} é a resposta esperada na variável dependente, μ é a média da população, α_i é o efeito do grupo genético i , β_j é o efeito inerente ao operador j , $(\alpha\beta)_{ij}$ é o efeito da interação entre os dois fatores e e_{ijk} é o erro aleatório.

Vários são os trabalhos que utilizaram essa metodologia para verificar a existência de variabilidade fenotípica entre grupos genéticos naturalizados e todas as pesquisas chegaram à conclusão da existência de variabilidade fenotípica nas aves estudadas (DORJI e SUNAR, 2014; FARUQUE, et al., 2010; NGENO et al., 2014; GIL et al., 2015; GIL et al., 2015b).

Como exemplo, cita-se que características como crista simples e empenamento normal são marcadores morfológicos associados a genes recessivos e indicam maior capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas (CORRALES et al., 2010). Já o tipo de crista rosa, expressa em homozigose – RR, e associada à baixa fertilidade de reprodutores nessa combinação (FROMAN et al., 1992).

Outra evidência é que aves que apresentam cristas de tamanho reduzido têm tendência a acréscimo de temperatura corporal devido a dissipação de calor ineficiente e isto pode ter relação com a fertilidade de reprodutores (ROSA et al., 2010).

2.4 Análise Multivariada

Quando se necessita tomar uma decisão, deve-se levar em consideração um grande número de fatores, principalmente quando se identifica que os acontecimentos envolvem um grande número de variáveis. Para que se apresente uma visão mais completa de um fenômeno, se comparada com a observada numa abordagem univariada, pode-se fazer uso de vários métodos e técnicas que utilizam simultaneamente todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos, denominada Análise Multivariada (MOITA NETO, 2004). Entre as técnicas de análise multivariadas, as mais utilizadas são a análise por componentes principais e os métodos de agrupamento (OLIVEIRA et. al., 2003).

2.4.1 Componentes Principais

A técnica de análise de componentes principais foi inicialmente descrita por Karl Pearson (1901), reconhecida como método simples e tem como objetivo transformar variáveis (X_1, X_2, \dots, X_p) em componentes principais (Z_1, Z_2, \dots, Z_p). Cada componente é resultado de combinações entre as variáveis de forma que sejam não correlacionados entre si e que descrevam a variação dos dados (MANLY, 2008).

Os resultados obtidos com a análise permitem identificar o percentual da variabilidade existente em cada componente e a que variável é atribuída, sendo importante para explicar a variação total dos dados (PAIVA et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2012). Isto proporciona maior facilidade na interpretação de um grande número de dados (YAMAKI et al., 2009).

A análise de componentes principais pode ser utilizada para a formação e identificação de grupos homogêneos segundo as características introduzidas na análise (MARIANO et al., 2012). Também pode gerar gráficos de associação das temperaturas superficiais com variáveis ambientais em aviários com diferentes sistemas de ventilação (NASCIMENTO et al., 2014).

A análise ainda é considerada uma ferramenta útil para a caracterização de grupos genéticos. Carvalho et al. (2016) utilizou a análise de componentes principais com o objetivo de caracterizar e avaliar a estrutura populacional de galinhas crioulas no Estado do Piauí. Trabalhos também foram realizados com codornas objetivando identificar dentre características produtivas as mais importantes (TEIXEIRA et al., 2012).

2.4.2 Análise de Agrupamento

Os métodos de agrupamento têm como objetivo o planejamento de um esquema para agrupar objetos em classes de modo que todos os similares estejam na mesma classe (MANLY, 2008).

Os objetos são agrupados a partir de distâncias. Existem várias distâncias que podem ser utilizadas como base para a realização da análise de agrupamento, dentre as mais utilizadas podemos citar as distâncias euclidianas. A distância euclidiana média padronizada entre dois indivíduos i e i' é dada por:

$$d_{ii'} = \sqrt{\frac{1}{v} \sum (X_i - X_{i'})^2},$$

em que v é o número de características avaliadas, conforme descrito por Biagiotti et al. (2014).

A partir das medidas de distâncias são utilizados diferentes métodos para realizar os agrupamentos, dentre eles destacamos o método de otimização de Tocher, de Ward e Average.

O método de otimização de Tocher contribui para a interpretação da divergência de grupos genéticos. E, após a formação de grupos de animais semelhantes, pode-se conduzir cruzamentos entre as linhagens com o objetivo de maximização da heterose e da

complementaridade das características desejáveis em frangos de corte (YAMAKI et al., 2008).

No método de Ward (mínima variância), a distância entre dois grupos é a soma de quadrados entre eles adicionados sobre todas as variáveis. Em cada fase de agrupamento, a soma de quadrados dentro do grupo é minimizada em todas as partições obtidas pela fusão de dois grupos da fase anterior. Este método minimiza a variância dentro dos grupos formados.

A distância entre dois grupos, utilizando os método de Ward (1963) e ligação média (Average), são definidas pelas equações 1 e 2, respectivamente:

1.
$$D_{KL} = \frac{\|X_K - X_L\|^2}{\frac{1}{N_K} + \frac{1}{N_L}}$$
2.
$$D_{KL} = \frac{1}{N_K N_L} \sum_{i \in C_K} \sum_{i \in C_L} d(x_i, x_j), \text{ se } d(x, y) = |x - y|^2, \text{ logo } D_{KL} =$$

$$\|X_K - X_L\|^2 + \frac{W_K}{N_K} + \frac{W_L}{N_L}$$

onde D_{KL} = medida de distância ou dissimilaridade entre os grupos K e L; X_K = vetor médio para o grupo K; X_L = vetor médio para o grupo L; N_K = número de observações para o grupo K; N_L = número de observações para o grupo L; $W_K = \sum_{i \in C_K} \|x_i - \bar{x}_K\|^2$; $W_L = \sum_{i \in C_L} \|x_i - \bar{x}_L\|^2$.

A avaliação da existência de possíveis distorções ocasionadas no agrupamento é possível com a interpretação do coeficiente de correlação existente entre a matriz de distâncias entre os indivíduos (X) e a matriz cofenética obtida a partir da análise de agrupamento (T), chamado Coeficiente de Correlação Cofenética. O coeficiente foi descrito por Saraçlı et al. (2013) conforme a seguinte expressão:

$$c = \frac{\sum_{i < j} (x_{(i,j)} - \bar{x})(t_{(i,j)} - \bar{t})}{\sqrt{[\sum_{i < j} (x_{(i,j)} - \bar{x})^2][\sum_{i < j} (t_{(i,j)} - \bar{t})^2]}}$$

em que $x(i, j) = |X_i - X_j|$, a distância euclidiana normal entre as observações i e j e $t(i, j)$ = a distância dendrogramática entre os pontos do modelo T_i e T_j .

Valores maiores de Coeficiente de Correlação Cofenética indicam menores distorções provocadas pelo agrupamento dos indivíduos. Valores inferiores a 0,70 indicam que o método de agrupamento foi inadequado (BIAGIOTTI et al., 2014). No entanto, Saraçlı et al. (2013) afirmam que valores elevados do coeficiente diminuem com o aumento de animais, de características e de outliers na análise.

Os procedimentos de análises multivariadas foram utilizados como instrumento para avaliação de diversidade genética entre linhagens de frango de corte (YAMAKI et al., 2008; PIRES et al., 2002), para caracterização de diferentes grupos genéticos (FONSECA et al., 2002) e para comparar características de carcaça de galinha naturalizada Peloco com linhagens de frango caipira (ALMEIDA et al., 2013).

Elas também contribuem para a compreensão das características de qualidade do sêmen por condensarem grande quantidade de dados em poucos resultados informativos (SILVA et al., 2009) e para classificar modelos não lineares, por possibilitar a escolha do melhor modelo para descrever o crescimento e para prever adequadamente o peso adulto de animais jovens (SILVA et al., 2011).

2.5. Modelos não lineares para ajuste de curvas de crescimento em aves

Na literatura existem vários trabalhos estimando curvas de crescimento para aves melhoradas como o frango de corte (MARCATO et al., 2010; ZUIDHOF et al., 2014), galinhas de postura (GALEANO-VASCO; CERON-MUNOZ e NARVAEZ-SOLARTE, 2014), codornas (BONAFÉ et al., 2011; DRUMOND et al., 2013), aves caipiras (MORAIS et al., 2015; VELOSO et al., 2015), dentre outras.

Poucas pesquisas, no entanto, têm sido feitas para a caracterização do crescimento de aves naturalizadas de interesse econômico. Esses animais podem apresentar padrão de crescimento diferenciado das demais aves citadas. Isso requer a identificação de modelos apropriados. Os resultados obtidos podem ser utilizados para orientar a conservação das aves de modo que a variabilidade existente entre os animais seja mantida.

O conhecimento da forma de crescimento deste animais pode ter um padrão que lhe é peculiar, que deve ser usado para o monitoramento no rebanho. Desvios deste padrão de crescimento pode ser vista como indicativo de perda de variabilidade. A redução de peso vivo das aves indica um possível aumento da ocorrência de acasalamentos entre

indivíduos aparentados, que devem ser evitados. O aumento de peso vivo nas diferentes idades pode indicar a ocorrência de cruzamentos e, conseqüentemente, introgressão gênica.

Para a identificação do modelo que proporciona melhor ajuste, são utilizados os seguintes critérios na maioria dos estudos: Convergência, Quadrado Médio do Resíduo, Coeficiente de Determinação – R^2 , Desvio Médio Absoluto, utilizados por Teixeira Neto et al. (2016), além dos Critérios de informação de Akaike e Bayesiano, que foram utilizados por Silveira et al. (2012). Os modelos, os métodos e critérios de avaliação dos mesmos são descritos a seguir.

2.5.1. Modelos não lineares

Vários são os modelos empregados para descrever a curva de crescimento dos animais. Veloso et al. (2015) recomendam os modelos de Gompertz, von Bertalanffy e Logístico para avaliar o crescimento de frangos caipiras. Freitas (2005) sugere os mesmos modelos para avaliar o crescimento de aves. Moraes et al. (2015) afirmam que o modelo Quadrático Logarítmico pode ser utilizado para descrever a curva de crescimento de linhagens de frangos caipiras.

Os modelos comumente utilizados para descrever curva de crescimento dos animais e suas propriedades estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Modelos não lineares de Brody, Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz e suas respectivas Taxa de Crescimento Instantânea (TCI), Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), Peso no Ponto de Inflexão (PPI) e Ponto de Inflexão (PI) na curva de crescimento.

Modelos	Fórmula Geral	TCI	TCA	PPI	PI
Brody	$y = A(1 - be^{-kt}) + \varepsilon$	$Abk e^{-kt}$	bke^{-kt}	-	-
Von Bertalanffy	$y = A(1 - be^{-kt})^3 + \varepsilon$	$3Abke^{-kt}(1 - be^{-kt})^2$	$3bke^{-kt}(1 + be^{-kt})^2$	$8A/27$	$\log_e(3b)/k$
Logístico	$y = A/(1 + be^{-kt}) + \varepsilon$	$ybk/(1 + be^{-kt}) e^{-kt}$	$bke^{-kt}/(1 + be^{-kt})^2$	$A/2$	$(\ln b)/k$
Gompertz	$y = Ae^{-be^{-kt}} + \varepsilon$	$bkye^{-kt}$	kye^{-kt}/A	A/e	$(\log b)/k$

Fonte: (FREITAS, 2005)

Os modelos são compostos pelos mesmos parâmetros, A, o peso assintótico quando t (idade) tende a mais infinito, ou seja, este parâmetro é interpretado como peso à idade adulta;

b, uma constante relacionada aos pesos iniciais dos animais e K, interpretado como taxa de maturação ou taxa de crescimento. O valor de y representa o peso corporal na idade t.

O modelo Quadrático Logarítmico, proposto por Bianchini Sobrinho (1984), é descrito por Morais et al. (2015) pela equação abaixo:

$$Y_t = a + bt + ct^2 + d \ln(t) + \varepsilon$$

em que: a é o valor assintótico do peso; b a taxa de aumento do peso; c é a taxa de decréscimo do peso e d não possui interpretação biológica.

2.5.2. Modelos não lineares mistos

Ao submeter dados a análises de curvas de crescimento utilizando modelos não lineares de efeitos fixos, o pesquisador parte de pressupostos que os dados apresentam erros não correlacionados e homogeneidade de variância. Estes requisitos são exigidos para a realização deste tipo de análise. No entanto, dados de peso/idade de animais não apresentam esses pré-requisitos e a análise realizada apresenta resultados questionáveis e/ou duvidosos.

Uma alternativa é a inclusão no modelo de efeitos aleatórios. Assim, é incluída na avaliação a informação da variabilidade existente entre os indivíduos e os pré-requisitos de existência de erros não correlacionados e homogeneidade de variância são desprezados. A inclusão do efeito aleatório no modelo associado às diferenças entre os indivíduos permitem explicar essa variabilidade e a heterogeneidade de variância (AGGREY, 2009).

Os efeitos aleatórios são atribuídos aos parâmetros do modelo. Quanto maior o número de parâmetros deles, maiores serão as possibilidades de introdução do efeito no modelo. O vetor de parâmetros pode variar entre os indivíduos e é incorporado ao modelo da seguinte maneira:

$$\beta_i = A_i \beta + B_i b_i, \quad b_i \sim N(0, \sigma^2 D),$$

em que: β é um vetor de parâmetros de efeitos fixos ligados à população, b_i é um vetor de efeitos aleatórios associados aos indivíduos i, A_i e B_i são matrizes de incidência dos efeitos fixos e aleatórios, respectivamente, e $\sigma^2 D$ é uma matriz de covariâncias entre os efeitos aleatórios (Lindstrom & Bates, 1990).

O modelo passa a ser então denominado Modelo não Linear Misto, pois além dos efeitos fixos, os parâmetros do modelo, há também os efeitos aleatórios atribuídas às

diferenças entre os indivíduos. Os modelos são representados como exposto na Tabela 2.

Tabela 2. Modelos não lineares mistos de Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz.

Modelos	Fórmula Geral
Von Bertalanffy	$y = (A+u_1) * (1 - be^{-(k+u_2)*t})^3 + \epsilon$
Logístico	$y = (A+u_1) / (1 + be^{-(k+u_2)*t}) + \epsilon$
Gompertz	$y = (A+u_1)e^{-(be^{-(k+u_2)*t})} + \epsilon$

Fonte: (GALENO-VASCO et al., 2014)

Os modelos da Tabela 2 possuem três parâmetros fixos (A, b e k) e dois parâmetros de efeito aleatórios (u_1 e u_2). Existe vários outros benefícios com utilização deste tipo de análise. Wang e Znidhof (2004) ao avaliarem a curva de crescimento de frangos de corte, observaram uma redução de 55% da variância do erro com a introdução do efeito aleatório. Resultados semelhantes foram obtidos por Aggrey (2009) ao avaliarem o crescimento de codornas. Nesta pesquisa a adição de um efeito aleatório possibilitou a redução de 57% da variância do erro. Com a adição de mais um segundo efeito aleatório no modelo, houve uma diminuição de 72% em relação ao primeiro modelo e de 38% em relação ao segundo.

2.5.3. Métodos de Estimação dos parâmetros

Os métodos de mínimos quadrados e de máxima verossimilhança podem ser utilizados para estimar os parâmetros de modelos não lineares. Os métodos são descrito a seguir.

Considerando um sistema de equações representado por um modelo não linear:

$$Y = F(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n, Z_0, Z_1, \dots, Z_n) + \epsilon = F(\beta^*) + \epsilon$$

onde Z é uma matriz de variáveis independentes, β^* é um vetor dos parâmetros, ϵ é o vetor de erro e F é uma função com parâmetros e variáveis independentes. As estimativas dos parâmetros pode ser obtidas por dois métodos. O primeiro é minimizar $L(\beta) = 0,5(\epsilon'\epsilon)$, com $\epsilon = Y - F(\beta)$ e β uma estimativa de β^* .

O segundo método é resolver as equações não-lineares $X'F(\beta) = X'Y$. No entanto, como $X = \frac{\partial F}{\partial \beta}$ (derivadas parciais) e $F(\beta)$ são calculados em função de β , uma solução final

não é possível ser encontrada. Assim, busca-se utilizar um processo iterativo no qual os valores iniciais dos parâmetros β são continuamente melhorados até que a soma de quadrado dos resíduos seja minimizada.

O processo iterativo dá início aos cálculos com os valores iniciais dos parâmetros introduzidos na análise. Posteriormente, X e Y são usados para calcular um Δ da seguinte maneira: $SSE(\beta_0 + k\Delta) < SSE(\beta_0)$, com SSE sendo a soma dos quadrados dos resíduos. A diferença entre os métodos utilizados para ajustar os modelos está na maneira como o Δ é calculado para modificar o vetor dos parâmetros:

$$\text{Steepest descent: } \Delta = X' \epsilon$$

$$\text{Gauss - Newton: } \Delta = (X'X)^{-1} X' \epsilon$$

$$\text{Newton: } \Delta = (G^{-1}) X' \epsilon$$

$$\text{Marquardt: } \Delta = (X'X + \lambda \text{diag}(X'X))^{-1} X' \epsilon$$

em que X é uma matriz de derivadas parciais, $\epsilon = Y - F(\beta)$.

Nos modelos não lineares mistos as estimativas dos parâmetros são obtidas utilizando a metodologia de máxima verossimilhança. Em consequência da falta de dados relativos aos efeitos aleatórios, as estimativas de máxima verossimilhança são baseadas em uma função marginal de y. Assim, é utilizado o método de máxima verossimilhança marginal.

Como a função geralmente é não linear em relação aos parâmetros, a função não finaliza gerando os resultados das estimativas. Assim, são propostos diferentes métodos de aproximação. Um deles é o algoritmo de estimação descrito por Lindstrom e Bates (1990). O algoritmo alterna entre soluções de mínimos quadrados ponderados e máxima verossimilhança, até atingir a convergência.

2.5.4. Critérios de Convergência

Independentemente do método iterativo utilizado para estimar os parâmetros, a medida de convergência de Bates e Watts é usada para determinar o quanto o modelo se adequou aos dados de peso vivo e idade dos animais avaliados. A convergência ocorre quando:

$$\sqrt{\frac{r'X(X'X)^{-1}X'r}{LOSS^i}} < c,$$

onde r é o vetor residual e X é a matriz jacobiana. Como padrão, $c = 10^{-5}$. No entanto, existe a possibilidade de mudança do parâmetro para qualquer outro valor.

2.5.5. Demais critérios

Os critérios mais usados para orientar a escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento são o Quadrado Médio do Resíduo (QMR), é calculado dividindo-se a soma de quadrados do resíduo pelo número de observações e o Desvio Médio Absoluto dos resíduos (DMA), proposto por Sarmiento et al. (2006), é obtido pela soma dos módulos ou valores absolutos dos resíduos dividida pelo número de observações. Os modelos que apresentam os menores valores para os dois critérios são interpretados como os modelos que melhor descreveram a curva de crescimento dos animais.

Já o valor do Coeficiente de Determinação (R^2) é interpretado da maneira oposta. Os modelos que apresentam os maiores valores são entendidos como os que mais se adequaram aos dados. O R^2 é obtido pelo cálculo do quadrado da correlação entre o peso observado e estimado e equivale a $1 - \frac{SQR}{SQT_c}$, onde SQR é a soma de quadrados do resíduo e SQT_c é a soma de quadrados total corrigida pela média, como descreve Sarmiento et al. (2006).

2.5.6. Critérios de informação de Akaike e Bayesiano

Os critérios de informação de Akaike – AIC e Bayesiano – BIC, também são utilizados na avaliação de modelos. No procedimento são inseridas informações de distribuição dos dados quanto a normalidade e os efeitos fixos e aleatórios.

Devido à inexistência de testes eficientes em avaliar o ajuste de dados a determinados modelos, Akaike (1974) desenvolveu um procedimento livre das ambiguidades inerentes à aplicação do procedimento de teste de hipóteses convencional. Schwarz (1978) propôs soluções Bayesianas para a seleção de modelos.

Os valores são calculados da seguinte forma: $AIC = -2\log L(\hat{\theta}) + 2(p)$ e $BIC = -2\log L(\hat{\theta}) + \ln(N)p$, em que: p representa o número total de parâmetros estimados pelo modelo e N é o número total de observações e o $\log L(\hat{\theta})$ é o logaritmo de verossimilhança restrita. Os modelos que melhor representam os dados são aqueles que apresentaram os menores valores para AIC e BIC.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEYEMI, M.A.; OSENI, S.O. Canonical discriminant analysis applied to biometric data of nigerian indigenous turkeys. **Archivos de Zootecnia**, v.67 p. 7-12, 2018.

AGGREY, S.E. Logistic nonlinear mixed effects model for estimating growth parameters, **Poultry Science**, v. 88, n. 2, p. 276-280, 2009.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v.19, p.716-723, 1974.

ALMEIDA, E.C.J.; CARNEIRO, P.L.S.; WENCESLAU, A.A.; FARIAS FILHO, R.V.; MALHADO, C.H.M. Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.11, p.1517-1523, 2013.

BADUBI, S.S.; RAKERENG, M.; MARUMO, M. Morphological characteristics and feed resources available for indigenous chickens in Botswana. **Livestock Research for Rural Development**, v. 18, n. 1, 2006.

BARBOSA, F.J.V. Eram “caipiras”, agora são naturalizadas. **Sapiência**, Informativo Científico FAPEPI, n.9, Ano III. Teresina: 2006. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/novafapepi/sapiencia9/artigos.php>>. Acesso em: 25/03/2011.

BARBOSA, F.J.V.; NASCIMENTO M. P. S. C. B.; DINIZ F. M.; NASCIMENTO H. T. S.; ARAUJO NETO R. B. **Sistema Alternativo de Criação de Galinhas Caipiras**, Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007 (Sistema de Produção).

BIAGIOTTI, D.; GUIMARÃES, F.F.; SARMENTO, J.L.R.; SANTOS, G.V.; REGO NETO, A.A.; SANTOS, N.P.S.; SARAIVA, T.T.; FIGUEIREDO FILHO, L.A.S.; SENA, L.S. Uso de estatística multivariada para estudo de caracterização racial em ovinos. **Acta Tecnológica**, v. 9, p. 16-26, 2014.

BLACKBURN, H. D. The National Animal Germplasm Program: Challenges and Opportunities for Poultry Genetic Resources. **Poultry Science**, v.85, p.210-215, 2006.

BONAFÉ, C.M.; TORRES, R.A.; SARMENTO, J.L.R.; SILVA, L.P.; RIBEIRO, J.C.; TEIXEIRA, R.B.; SILVA, F.G.; SOUSA, M.F. Modelos de regressão aleatória para descrição da curva de crescimento de codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.765-771, 2011.

CARVALHO, D.A.; BONAFÉ, C.M.; ALMEIDA, M.J.O.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.P.; SARMENTO, J.L.R.; SILVA, M.A.; OLIVEIRA, M.B.; SOUSA, P.R. E CARVALHO, A.A. Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta. **Archivos de Zootecnia**, v.66 p. 195-202. 2017.

CARVALHO, D.A.; BONAFÉ, C.M.; ALMEIDA, M.J.O.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M.P.; ALMEIDA, M.J.O.; SARMENTO, J.L.R.; BRITTO, F.B. E SILVA, M.A. Caracterização genética e estrutura populacional de galinhas crioulas Canela-Preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 11, p. 1899-1906, 2016.

CARVALHO, F.L.A.; GOMES, A.S.; FONSECA, W.J.L.; BARBOSA, F.J.V.; VASCONCELOS, I.L.; MACHADO, L.P.M.; BORGES, M.G.S.; IBIAPINA NETO, V. Nível da ingestão de alimentos relacionados com a produção de ovos de ecótipos naturalizados da região Meio Norte, X Congresso Nordestino de Produção Animal, **Anais...**, Teresina – PI, 2015.

CHOE, J.H; NAM, K.; JUNG, S.; KIM, B.; YUN, H.; JO, C. Differences in the Quality Characteristics between Commercial Korean Native Chickens and Broilers. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v.30, p.13-19, 2010.

CLEMENTINO, C. S.; BARBOSA, F. J. V.; CARVALHO, A. M. F.; COSTA-FILHO, R. A. R.; SILVA, G. R.; CAMPELO, E. G.; BRITTO, F. B.; DINIZ, F. M. Microsatellite DNA Loci for Population Studies in Brazilian Chicken Ecotypes. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, p. 1100-1106. 2010.

CORRALES, R.J.C.; PIMENTEL, O.; MARTÍNEZ, K.; FERRO, E.M. Caracterización fenotípica del genofondo avícola criollo de San Andrés, Pinar del Río, Cuba. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.228, p .597-600. 2010.

DOMINGUES, O. **Elementos de Zootecnia Tropical**, 5ªed. São Paulo: Nobel, 1981. 143p.

DORJI, N.; SUNAR, S.K. Morphometric variations among five Bhutanese indigenous chickens (*Gallus domesticus*). **Journal of Animal and Poultry Sciences**, v.3, n.3, p.76-85, 2014.

DRUMOND, E.S.C.; GONÇALVES, F.M.; VELOSO, R.C.; AMARAL, J.M; BALOTIN, L.V.; PIRES, A.V.; MOREIRA, J. Curvas de crescimento para codornas de corte. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1872-1877, 2013.

EGITO, A. A.; ALBUQUERQUE, M. S. M.; CASTRO, S. T. R.; PAIVA, S. R.; MARQUES, J. R. F.; McMANUS, C.; MARIANTE, A. S.; ABREU, U. G. P.; SANTOS, S. A.; SERENO, J. R.; FIORAVANTI, M. C. S.; VAZ, C. M.; NOBRE, F. V.; OLIVEIRA, J. V. Situação atual do banco de DNA de recursos genéticos animais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 206-207, p. 283- 288, 2005.

ESCOBAR, M.L.; AGUIAR, J.O.; ZAGUI, P.A. Galos em combate na Paraíba: o descumprimento da legislação ambiental. **Revista Direitos Humanos e Democracia**, v. 2, n. 4, p. 143-165, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/direitoshumanosedemocracia/article/view/2988>>

FARUQUE, S; SIDDIQUEE, N.U.; AFROZ, M.A.; ISLAM, M.S. Phenotypic characterization of Native Chicken reared under intensive management system. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v.8, n.1, p.79-82, 2010.

FERREIRA, M. E.; GRATTAOAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores RAPD e RFLP em análise genética**, Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220p.

FONSECA, R; TORRES FILHO, R. A.; TORRES, R. A.; PEIXOTO, J. O.; PIRES, A. V.; CARNEIRO, P. L. S.; SOUZA, G.H.; BUENO, R.S.; LOPES, P. S.; EUCLYDES, R. F. Avaliação de frangos de corte utilizando técnicas de análise multivariada: I - Características de carcaça. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 5, p. 525-529. 2002.

FRANCESCH, A.; VILLALBA, I.; CARTAÑÁ, M. Methodology for morphological characterization of chicken and its application to compare Penedesa and Empordanesa breeds. **Animal Genetic Resources**, v.48, p.79-84, 2011.

FREITAS, A. R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795. 2005.

FROMAN, D.P.; KIRBY, J.D.; AL-AGHBARI, A.M. Analysis of the combined effect of the spermatozoal degeneration allele (Sd) and homozygosity of the rose comb allele (R) on the duration of fertility of roosters (*Gallus domesticus*). **Poultry Science**, v.71, p.1939-1942. 1992.

GALEANO-VASCO, L. F.; CERON-MUNOZ, M. F.; NARVAEZ-SOLARTE, W. Ability of non-linear mixed models to predict growth in laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 11, p. 573-578, 2014.

GIL, A.V.; COLLADO, D.P.; CASAS, L.G.; CHAVEZ, Y.M. Caracterización morfológica de la gallina fina cubana. **Revista de Producción Animal**, v. 27, n. 2, 2015.

GIL,A.V.; COLLADO, D.P.; CASAS, L.G.; CHAVEZ, Y.M. Morphological Characterization of Pure Cuban Game Hens. **Revista de Produção Animal**, v.27, n.2, 2015b.

GRANER, E. A.; TORRES, A. P. Raça em formação de galinhas de plumagem azul e ovos azuis. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 6, p. 91-106, 1949.

IKEOBI, C.O.N.; OZOJE, M.O.; ADEBAMBO, O.A.; ADENOWO, J.A. Frequencies of Feet Feathering and Comb Type Genes in the Nigerian Local Chicken. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v.24, n.2, p. 147- 150, 2001.

INNES, D.J. Genetic differentiation among populations of marine algae. **Helgoländer Meeresunters**, v.38, p.401-417, 1984.

LINDSTROM, M.J.; BATES, D.M. Nonlinear mixed effects models for repeated measures data, **Biometrics**, v. 46, n. 3, p. 673-687, 1990.

MANLY, B.J.F. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 229p, 2008.

MARCATO, S. M.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; SIQUEIRA, J. C.; DOURADO, L. R. B. FREITAS, E.R. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p.1082-1091, 2010.

MARIANO, F.C.M.Q; LIMA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R. & NASCIMENTO, G.A.J. Equações de predição de valores energéticos de alimentos obtidas utilizando meta-análise e componentes principais. **Ciência Rural**. v. 42, n. 9, p. 1634-1640, 2012.

MELESSE, A.; NEGESSE, T. Phenotypic and morphological characterization of indigenous chicken populations in southern region of Ethiopia. **Animal Genetic Resources**, v.49, p. 19-31, 2011.

MOITA NETO, J. M. Estatística multivariada. **Revista de Filosofia e Ensino**, 2004. Disponível em: http://www.criticanarede.com/cien_estatistica.html. Acesso em: 04 junho 2012.

MORAIS, J; FERREIRA, P.B.; JACOM, I.M.T.D.; MELLO, R.; BREDA, F.C.; RORATO, P.R.N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1872-1878, 2015.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; PEREIRA, D.F. & NEVES, D.P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 658-663, 2014.

NGENO, K.; VAN DER WAAIJ, E.; KAHN, A. & VAN ARENDONK, J. Morphological features of indigenous chicken ecotype populations of Kenya. **Animal Genetic Resources/Ressources Génétiques Animales/Recursos Genéticos Animales**, v. 55, p.115-124, 2014.

- OLIVEIRA, F. J.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J.; BASTOS, G. Q.; REIS, O. V.
Divergência genética entre cultivares de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 605-611, 2003.
- PAIVA, A. L. C.; TEIXEIRA, R. B.; YAMAKI, M.; MENEZES, G. R. O.; LEITE, C. D. S.; TORRES, R. A. Análise de componentes principais em características de produção de aves de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p.285-288, 2010.
- PEARSON, K. On lines and planes of closest fit to system of point in space. **Philosophical Magazine**, v.2, n.6, p.550-572, 1901.
- PÉREZ, A.; POLANCO, G.; PÉREZ, Y. Algunas características morfológicas del exterior de la gallina local de la región central de la provincia de Villa Clara, Cuba. **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n. 10. 2004.
- PIRES, A. V.; CARNEIRO, P. L. S.; TORRES FILHO, R. A.; FONSECA, R.; TORRES, R. A.; EUCLYDES R. F.; LOPES P. S.; BARBOSA, L. Estudo da divergência genética entre seis linhas de aves Legorne utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, n. 3, p. 314-319. 2002.
- RIZTYAN; KATANO, T.; SHIMOGIRI, T.; KAWABE, K.; OKAMOTO, S. Genetic diversity and population structure of Indonesian native chickens based on single nucleotide polymorphism markers. **Poultry Science**, v.90, 2471–2478, 2011.
- ROSA, A.P.; PILECCO, M.; LUCCA, W.; UTTPATEL, R. Níveis de cálcio no desempenho de machos reprodutores de corte com e sem crista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2174-2180, 2010.
- SARAÇLI, S.; DOGAN, N; DOGAN, I. Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. **Journal of Inequalities and Applications**, p. 1-8, 2013. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2F1029-242X-2013-203.pdf>
- SARMENTO, J.L.R.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H. et al. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 435-442, 2006.

SARMENTO, J.L.R.; SENA, L.S. Avanços no melhoramento genético na América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.25, p. 81-89, 2017.

SAVEGNAGO, R. P.; CAETANO S. L.; RAMOS S. B.; NASCIMENTO G. B.; SCHMIDT G. S.; LEDUR M. C.; MUNARI D. P. Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analyses of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population. **Poultry Science**, v. 90, p. 2174–2188, 2011.

SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals of Statistics**, v.6, p.461-464, 1978. http://www2.hawaii.edu/~sstill/Schwartz_complexitycontrol.pdf.

SILVA, A. R.; FERRAUDO, A. S.; PERECIN, D.; LIMA, V.F.M.H. Abordagem multivariada envolvendo características físicas e morfológicas do sêmen bovino, idade dos touros e época de colheita de sêmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1223-1228, 2009.

SILVA, N.A.M.; LANA, A.M.Q.; SILVA, F.F.; SILVEIRA, F.G.; BERGMANN, J.A.G.; SILVA, M.A.; TORAL, F.L.B. Seleção e classificação multivariada de modelos de crescimento não lineares para bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 364-371, 2011. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352011000200014&lng=pt&nrm=iso.

SILVEIRA, F.G.; SILVA, F.F.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M. Classificação multivariada de modelos de crescimento para grupos genéticos de ovinos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.1, p.62-73, 2012.

TADANO, R.; NAGASAKA, N.; GOTO, N.; RIKIMARU, K.; TSUDZUKI, M. Genetic characterization and conservation priorities of chicken lines, **Poultry Science**, v. 92, p. 2860–2865, 2013. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03343>.

TEIXEIRA NETO, M.R.; CRUZ, J.F.; ARIA, H.H.N.; SOUZA, E.S.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M. Descrição do crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos não-lineares selecionados por análise multivariada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p.26-36, 2016.

TEIXEIRA, B.B.; EUCLYDES, R.F.; TEIXEIRA, R.B.; SILVA, L.P.; TORRES, R.A.; LEHNER, H.G.; CAETANO, G.C.; CRISPIM, A.C. & PAIVA, A.L.C. Características quantitativas em matrizes de codorna de corte através de análises multicaracterística. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2259-2264, 2012.

TEIXEIRA, B.B.; TEIXEIRA, R.B.; SILVA, L.P.; TORRES, R.A.; CAETANO, G.C.; EUCLYDES, R.F. Estimação dos componentes de variância para as características de produção e de qualidade de ovos em matrizes de codorna de corte. **Ciência Rural**, <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural>, v. 42, p. 713-717, 2012. <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/21264>.

VELOSO, R. C., PIRES, A. V., TORRES FILHO, R. A., DRUMOND, E. C. S., COSTA, L. S., AMARAL, J. M., & PEREIRA, I. G. Crescimento de genótipos de frangos tipo caipira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 5, p. 1361-1371, 2015.

WANG, Z.; ZUIDHOF, M.J. Estimation of Growth Parameters Using a Nonlinear Mixed Gompertz Model, **Poultry Science**, v. 83, n. 6, p. 847-852, 2004.

WARD, J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v.58. p.236-244, 1963.

WOELDERS, H.; ZUIDBERG, C. A.; HIEMSTRA, S. J. Animal Genetic Resources Conservation in the Netherlands and Europe: Poultry Perspective. **Poultry Science**, v. 85. p. 216–222. 2006.

YAMAKI, M.; MENEZES, G. R. O.; TEIXEIRA, R. B.; BARBOSA, L.; PAIVA, A. L. C.; TORRES, R. A. Divergência genética entre linhagens de matrizes de corte por meio de análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p.829-833. 2008.

YAMAKI, M.; MENEZES, G.R.O.; PAIVA, A.L.C.; BARBOSA, L.; SILVA, R.F.; TEIXEIRA, R.B.; TORRES, R.A.; LOPES, P.S. Estudo de características de produção de matrizes de corte por meio da análise de componentes principais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 227-231, 2009.

ZARAGOZA, M.L.; RODRÍGUEZ, H.J.V.; HERNÁNDEZ, Z. J.S.; PEREZGROVAS, G.R.; MARTÍNEZ, C. B. E MÉNDEZ E, J.A. Caracterización de gallinas *batsi alak* en las Tierras altas del sureste de México. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, p. 321-332, 2013.

ZHAO, R; G.-Y. XU, G.Y.; LIU, Z.Z.; LI, J.Y.; YANG, N. A study on eggshell pigmentation: biliverdin in blue-shelled chickens, **Poultry Science**, v. 85, n.3, p. 546-549, 2006.

ZUIDHOF, M. J.; SCHNEIDER, B.L.; CARNEY, V.L.; KORVER, D.R.; ROBINSON, F.E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry Science**, v.93, p.2970–2982, 2014.

PÁGINAS SUPRIMIDAS

41 - 104