

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

ROGÉRIO DE CARVALHO VELOSO

PADRÃO DE CRESCIMENTO, PARÂMETROS DE DESEMPENHO E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO
CAIPIRA

DIAMANTINA - MG
2012

ROGÉRIO DE CARVALHO VELOSO

**PADRÃO DE CRESCIMENTO, PARÂMETROS DE DESEMPENHO E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO
CAIPIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Aldrin Vieira Pires
Co-orientador: Rodolpho de Almeida Torres Filho

DIAMANTINA - MG
2012

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

V443p 2012	Veloso, Rogério de Carvalho Padrão de crescimento, parâmetros de desempenho e divergência genética de genótipos de frangos tipo caipira/Rogério de Carvalho Veloso. – Diamantina: UFVJM, 2012. 63f. Orientador: Aldrin Vieira Pires Coorientador: Rodolpho de Almeida Torres Filho Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 1. Agrupamento 2. Conversão alimentar 3. Curva de crescimento 4. Frango colonial I. Título. CDD 636.5
---------------	---

ROGÉRIO DE CARVALHO VELOSO

**PADRÃO DE CRESCIMENTO, PARÂMETROS DE DESEMPENHO E
DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO
CAIPIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA em 16/07/2012.

Prof. Aldrin Vieira Pires – UFVJM
Orientador

Prof. Rodolpho de Almeida Torres Filho – UFF
Co-orientador

Prof. Joerley Moreira – UFVJM

Prof^a. Sandra Regina Freitas Pinheiro – UFVJM

Prof^a. Cristina Moreira Bonafé – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2012

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela fé e luz que me dão força para superar todos os obstáculos de minha vida.

Em especial agradeço aos meus pais, Mário e Edneuda, pelas lições valiosas, amor e dedicação que tiveram comigo durante toda minha vida e em particular, durante essa jornada, que foi essencial para obtenção do Título de Mestre.

Agradeço aos meus irmãos José Mário e Clarice pela confiança, amizade, conselhos, e principalmente por não medir esforços em me ajudar a vencer esta etapa de minha vida.

À minha namorada Silvia, pelo carinho, ensino e apoio nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Prof. Aldrin Vieira Pires pelo exemplo de profissionalismo, pelos conselhos e ensinamentos que contribuíram para o enriquecimento dos meus conhecimentos, tornando possível a execução e conclusão deste trabalho, sempre confiando no meu trabalho.

Ao Prof. Rodolpho de Almeida Torres Filho, meu co-orientador, pelo apoio mesmo que à distância, contribuiu de forma significativa para a minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e a todos os professores que o compõem, pelos valiosos ensinamentos.

À Fundação de Amparo de Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa e apoio financeiro.

À Avifran e Globoaves pela doação dos pintinhos.

Ao CNPq pelo apoio financeiro aportado ao projeto.

Aos que se mostraram muito mais que simples companheiros de pesquisa ou de trabalho, aos amigos que jamais esquecerei e que conquistei durante a realização deste mestrado: Carolina, Cláudia, Diego, Eduardo, Flaviana, Jéssica, Larissa, Leonardo, Lucília e Maria Teresa.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado. Que Deus os abençoe, esteja sempre ao lado de cada um, proporcionando a todos, momentos de alegrias.

BIOGRAFIA

ROGÉRIO DE CARVALHO VELOSO, filho de Mário Veloso Filho e Edneuda Maria Ferreira de Carvalho Veloso, nasceu em Almenara - MG, em 02 de fevereiro de 1987. Em 2006, iniciou o curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - MG, graduando-se em dezembro de 2010. Em março de 2011, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Melhoramento Animal, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha - MG. Em 16 de julho de 2012, submeteu-se aos exames finais de defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

VELOSO, Rogério de Carvalho. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, julho de 2012. 64p. **Padrão de crescimento, parâmetros de desempenho e divergência genética de genótipos de frangos tipo caipira.** Orientador: Aldrin Vieira Pires. Co-orientador: Rodolpho de Almeida Torres Filho. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Objetivou-se com este trabalho comparar o padrão de crescimento, avaliar o desempenho, as características de carcaça e, verificar a divergência genética por meio de técnicas de análise multivariada de diferentes genótipos de aves tipo caipira. Foram utilizados 840 pintos de um dia, machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, dos seguintes genótipos: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor. Para a determinação das curvas de crescimento do peso corporal das aves, os dados coletados foram avaliados a partir dos modelos não-lineares: Brody, Gompertz, Logístico, Richards e von Bertalanffy. Foi empregado o “proc nlin” do SAS, utilizando o método iterativo de Gauss-Newton. Os critérios utilizados para escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento foram o coeficiente de determinação, o desvio padrão assintótico, o desvio médio absoluto dos resíduos e o índice assintótico. O estudo do crescimento relativo dos cortes foi realizado mediante o modelo da equação alométrica de Huxley. As características de desempenho (conversão alimentar, ganho em peso médio diário, consumo de ração médio diário) foram avaliadas em quatro períodos: 1 a 28, 1 a 56, 1 a 70 e 1 a 84 dias de idade. As características de carcaça (peso e rendimento de carcaça, peito e pernas) foram obtidas a partir do abate de 2 aves por boxe, aos 85 dias de idade. O peso corporal foi medido ao nascimento, 14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias de idade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o “proc glm” do SAS. O desempenho dos genótipos também foi avaliado por meio da análise de variância multivariada e da função discriminante linear de Fisher, usando os testes do maior autovalor de Roy e da união-interseção de Roy para as comparações múltiplas. O estudo da divergência genética foi feito por meio da análise por variáveis canônicas e pelo método de otimização de Tocher. Apenas as equações propostas por Gompertz, von Bertalanffy e Logístico atingiram a convergência, sendo que o modelo de von Bertalanffy o mais adequado para descrever o crescimento das aves. Todos os genótipos apresentaram crescimento alométrico tardio, indicando que o crescimento do peito é lento em relação à carcaça. Verificou-se que em todos os períodos, as aves do genótipo Colorpak apresentaram maior peso corporal, consumo de ração médio diário, ganho em peso médio diário e conversão alimentar. Entretanto, os genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram os piores desempenhos. Quanto ao rendimento de cortes pode ser observado que o genótipo Tricolor diferiu estatisticamente somente do Colorpak para o rendimento de pernas. Para o rendimento de peito o Carijó e o Pesadão Vermelho diferiu estatisticamente dos genótipos Caboclo e Gigante Negro, não diferindo dos demais. As duas primeiras variáveis canônicas explicaram 97,41% da variação entre os genótipos. A escolha do genótipo para criação deve ser feita de acordo com o interesse de mercado, pois há diferenças no desempenho e no rendimento de carcaça e dos cortes. A divergência genética entre os genótipos avaliados permitiu a formação de quatro grupos com os seguintes genótipos: grupo 1 - Colorpak, grupo 2 - Pesadão Vermelho e Pescoço Pelado, grupo 3 - Carijó e Tricolor e grupo 4 - Caboclo e Gigante Negro.

Palavras-chave: agrupamento, conversão alimentar, curva de crescimento, frango colonial

ABSTRACT

VELOSO, Rogério de Carvalho . Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, july de 2012. 64p. **Growth pattern, performance parameters and genetic divergence of genotypes in Alternative strain of Broiler Chickens.** Adviser: Aldrin Vieira Pires. Committee member: Rodolpho de Almeida Torres Filho. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The objective of this work was to compare the growth pattern, evaluate performance, carcass characteristics, and verify the genetic diversity by means of multivariate analysis of different genotypes in alternative lines of broiler chickens. We used 840 day old chicks, males distributed in a completely randomized design, the following genotypes: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado and Tricolor. To determine the growth curves of the body weight of birds, collected data were evaluated from the nonlinear models: Brody, Gompertz, Logistic, Richards and von Bertalanffy. Was used "proc nlin" of SAS, using the iterative method of Gauss-Newton. The criteria used to choose the best model of the growth curve were the coefficient of determination, the asymptotic standard deviation, the mean absolute deviation of the waste and the asymptotic index. The study of the relative growth of the sections was performed using the model of Huxley's allometric equation. The performance characteristics (feed conversion, average daily weight gain, average daily feed intake) were evaluated in four periods: 1-28, 1-56, 1-70 and 1-84 days old. The carcass traits (weight and carcass yield, breast and leg) were obtained from the slaughter of two birds per pen, at 84 days old. Body weight was measured at birth, 14, 28, 42, 56, 70 and 84 days of age. Statistical analyzes were performed using the "proc glm" SAS. The performance of genotypes was also evaluated by multivariate analysis of variance and Fisher's linear discriminant function, using the tests of the largest eigenvalue of Roy and the Roy union-intersection for multiple comparisons. The study of genetic diversity was done by canonical variate analysis and the method of Tocher. Only the equations proposed by Gompertz, von Bertalanffy and Logistic reached convergence, and the von Bertalanffy model more appropriate to describe the growth of the birds. All genotypes showed late allometric growth, indicating that breast growth is slow relative to the housing. It was found that in all periods, the birds Colorpak genotype had higher body weight, average daily feed intake, average daily weight gain and feed conversion. However, the genotypes Caboclo and Gigante Negro had the worst performances. The yield of the cuts can be seen that the genotype Tricolor significantly different only from Colorpak to yield the legs. For breast meat yield Carijó and the Pesadão Vermelho significant different genotypes Caboclo and Gigante Negro, not differing from the others. The first two canonical variables accounted for 97.41% of the variation among genotypes. The choice of the genotype for breeding should be done according to market interest, because there are differences in performance and carcass yield and cuts. The genetic divergence between the genotypes allowed the formation of four groups with the following genotypes: group 1 - Colorpak, group 2 - Pesadão Vermelho and Pescoço Pelado, group 3 - Carijó and Tricolor and group 4 - Caboclo and Gigante Negro.

Keywords: chicken colonial, feed intake, group, growth curve

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	9
2.REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1 Sistema de Criação de Frangos Tipo Caipira.....	10
2.2 Genótipos e Linhagens.....	11
2.3 Crescimento.....	12
2.3.1. Modelos utilizados em curvas de crescimento.....	12
a) Modelo Brody.....	13
b) Modelo von Bertalanffy.....	13
c) Modelo Richards.....	14
d) Modelo Logístico.....	14
e) Modelo Gompertz.....	14
2.3.2. Crescimento Alométrico.....	15
2.4 Análise Multivariada.....	16
2.5 Referências Bibliográficas.....	18
3.TRABALHOS.....	21
3.1. CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO CAIPIRA	
Resumo.....	21
Abstract.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	23
Resultados e Discussão	26
Conclusões.....	34
Agradecimento.....	34
Referências Bibliográficas.....	34
3.2. PARÂMETROS DE DESEMPENHO E CARCAÇA DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO CAIPIRA	
Resumo.....	37
Abstract.....	38
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão	41
Conclusões.....	47
Agradecimento.....	47
Referências Bibliográficas.....	47
3.3. DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO CAIPIRA	
Resumo.....	51
Abstract.....	52
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	54
Resultados e Discussão	57
Conclusões.....	61
Agradecimento.....	61
Referências Bibliográficas.....	61

1. INTRODUÇÃO

Os consumidores têm-se adequadado a hábitos alimentares que se baseiam em produtos naturais, o que tem proporcionado uma constante expansão da chamada avicultura alternativa, a partir da criação do frango tipo caipiras (Vercoe et al. 2000; Fraser, 2001).

Com isto, existe um interesse crescente de se produzir carnes alternativas, em escala industrial, para atender uma categoria de consumidor mais exigente, que se dispõe a pagar mais por ela. Além disso, existem consumidores sensíveis a certas características, percebidas como atributos que interferem na qualidade da carne das aves e até mesmo por aves com desenvolvimento lento ou criadas de forma semintensiva, em melhores condições de bem-estar animal.

O processo de crescimento é um fenômeno bastante complexo, e conhecer o desempenho das aves é importante para o produtor planejar aspectos relacionados com a lucratividade da atividade (fornecimento de ração, idade de abate, etc). Desta forma, torna-se necessário a avaliação de genótipos comerciais atualmente fornecidos para criação em sistema semintensivo. As informações relacionadas ao crescimento e desempenho desses genótipos são importantes para aumentar a lucratividade e até mesmo para sugerir adequações no sistema de produção.

Conhecer o desenvolvimento corporal das aves com a idade é de extrema importância, pois existem empresas que oferecem pintinhos de um dia com diferentes padrões de crescimento: rápido, intermediário e lento.

O produtor deverá adquirir aves dos genótipos tipo caipira adequado às condições de ambiente e de manejo do local ou região onde serão criadas, além de apresentar características (desempenho, carcaça, qualidade, etc) compatíveis com as exigências do mercado que se pretende atingir.

Considerando esses aspectos, este trabalho foi conduzido para prover melhor entendimento em relação ao crescimento, ao desempenho produtivo e à divergência genética entre genótipos de frangos tipo caipira.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SISTEMA DE CRIAÇÃO DE FRANGOS TIPO CAIPIRA

No Brasil, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento estabeleceu normas para o sistema de produção de frangos tipo colonial/caipira estão descritas no Ofício nº 007/99 (Mapa, 1999), que dentre outras diretrizes, determina que as aves devem ter acesso a piquetes, proíbe a utilização de linhagens específicas de frango de corte convencional, e estabelece que as rações fornecidas devem ser isentas de promotores de crescimento e de produtos de origem animal. A idade mínima de abate, recentemente sofreu uma alteração, passou de 85 dias para 70 dias (Mapa, 2012).

Segundo Figueiredo (2001), tecnicamente podem ser considerados sinônimos os termos sistema orgânico, ecológico, biológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo e agroecológico, assim como também podem ser considerados sinônimos de Frango Caipira, Frango Colonial, Frango Tipo Caipira, Frango Estilo Caipira, Frango Tipo Colonial, Frango Estilo Colonial e Frango Verde. Entretanto, deve-se levar em consideração a relação entre os termos regionais mais restritos, como é o caso do Frango Caipira (região Sudeste), Frango Colonial (região Sul) e Frango Capoeira (região Nordeste) que podem ser considerados sinônimos.

Neste sistema de criação o bem-estar e a saúde do animal devem ser considerados como critérios principais, pois a produção depende diretamente desses fatores (Bockisch et al. 1999).

Silva e Nakano (1998), Figueiredo e Ávila (2001) relataram haver diferenças entre os sistemas intensivo e semintensivo de criação de frangos, pois, no sistema semintensivo, por terem acesso à pastagem, as aves acabam ingerindo outros alimentos, como verduras, insetos e minhocas, expressando assim o seu comportamento natural.

Considerando estes aspectos, percebe-se que a criação de frangos tipo caipira tornou-se uma atividade de relevância, principalmente para os pequenos produtores das diferentes regiões do Brasil, tanto para sua subsistência nas propriedades rurais, como também para a produção visando fins comerciais.

2.2. GENÓTIPOS E LINHAGENS

Existem diferenças entre as linhagens de frango de corte comercial existentes no mercado, pois o resultado final depende da pressão de seleção aplicada no programa de melhoramento. Sendo estas diferenças efetivas no frango de corte convencional, certamente, no que se refere aos genótipos de frangos tipo caipira também deverão ocorrer.

O esperado é que linhagens diferentes apresentem características distintas que serão mais ou menos indicadas a cada região produtora e, ou mercado consumidor específicos, de forma a se adequar a diferentes condições de criação, bem como mercado consumidor.

Para a produção em sistema semintensivo é necessário, não apenas o oferecimento de condições ambientais adequadas para as aves, mas, também, a utilização de aves melhoradas e adaptadas ao sistema alternativo, com alto potencial genético (Hellmeister Filho, 2002).

As diferenças de desempenho dos animais estão relacionadas com o potencial genético das linhagens, idade ao abate, sexo, manejo, nutrição e sanidade. Além disso, mudanças no ambiente de criação, que diminuem as condições de estresse, são fatores essenciais para o aumento da produtividade e rentabilidade do sistema de produção.

Dentre as inúmeras linhagens existentes para criação do frango tipo caipira podem-se destacar: Label Rouge Pesadão, Label Rouge Pescoço Pelado, oriundas da França; Paraíso Pedrês, produzida pela empresa Aves do Paraíso; Carijó Pesado, fornecida pela Avifran; Embrapa ou Colonial 041, produzida pela Embrapa Suínos e Aves; Caipirão, 7P (Pinto Preto Pesado de Pasto de Pescoço Pelado de Piracicaba), Caipirinha e Carijó Barbado produzidas pela ESALQ (Coelho et al. 2007).

Takahashi et al. (2006), ao trabalharem com as linhagens Caipirinha, Pescoço Pelado e Paraíso Pedrês, verificaram que a Paraíso Pedrês apresentou melhor resultado de desempenho e rendimento, sendo recomendado escolher a linhagem de acordo com o interesse do mercado, devido a diferenças entre elas. O ajuste dos níveis nutricionais para frangos tipo caipira e conseqüentemente a melhora no desempenho requerem o conhecimento do potencial genético de crescimento da ave, que pode ser obtido por curvas que expressem o crescimento da ave, auxiliando no estabelecimento de programas alimentares específicos e na definição da idade ótima de abate.

2.3. CRESCIMENTO

O conhecimento da curva de crescimento possibilita a adoção de práticas de manejo que otimizem a produção, priorizando as necessidades nutricionais de cada fase de crescimento. Também podem ser empregadas para prever a idade ótima ao abate, em função da taxa máxima de crescimento (Braccini Neto, 1993).

Outra importância da curva de crescimento é dar suporte ao processo de seleção, bem como acompanhar o progresso genético. Pode-se, desta maneira, comparar animais, considerando-se efeitos não controlados em grupos de manejo como, por exemplo, o sexo.

Segundo Freitas (2005), a possibilidade de interpretação biológica dos parâmetros, é um importante critério na avaliação dos modelos de curva de crescimento. Assim, a partir das curvas de crescimento, podem-se resumir, em três ou quatro parâmetros, as características de crescimento da população (peso inicial, taxa de crescimento e peso adulto); avaliar o perfil de respostas de tratamentos ao longo do tempo; estudar as interações das respostas das subpopulações ou tratamentos com o tempo; detectar, em uma população, animais mais pesados em idades mais precoces, e, obter a variância entre e dentro de indivíduos nas avaliações genéticas.

Alguns fatores são importantes fontes de variação na determinação dos parâmetros das curvas de crescimento, sendo estes relacionados com o peso, o comportamento, o sexo e a forma de seleção das espécies (Mignon-Grasteau e Beaumont, 2000).

A curva de crescimento animal pode ser dividida em três fases: ascendente, estabilização ou platô e descendente, seguindo um crescimento sigmóide. Nas aves essa primeira fase se prolonga por um período considerável após a eclosão. A taxa de crescimento passa de acelerada para desacelerada com o avançar da idade, com menores ganhos de peso ou de tecido a cada dia. O ponto de inflexão é a mudança do padrão entre a ascendência e descendência da curva, ou seja, passa de curva côncava para convexa (Lopes, 1983).

2.3.1. Modelos utilizados em curvas de crescimento

Alguns modelos de curvas de crescimento são amplamente utilizados na descrição do crescimento em aves, por meio de medidas de pesos associados à idade, como Gompertz, Logístico, von Bertalanffy, Brody e Richards, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais modelos não-lineares utilizados para descrever as curvas de crescimento

Função	Equação	Nº de Parâmetros
Brody	$y = a(1 - b \exp(-kt))$	3
von Bertalanffy	$y = a(1 - b \exp(-kt))^{\frac{1}{m}}$	3
Logístico	$y = a(1 + \exp(-kt))^{-m}$	3
Gompertz	$y = a \exp(-b \exp(-kt))$	3
Richards	$y = a(1 - b \exp(-kt)^m)$	4

a = peso assintótico ou peso à idade adulta; b = constante de integração; k = taxa de maturação; m = dá forma à curva; t = idade.

A diferença no último modelo consiste na variação do parâmetro de inflexão (m). Esse parâmetro determina a posição de inflexão da curva e reflete o grau da curvatura sigmóide e também estabelece a proporção do peso assintótico atingido no ponto de inflexão (Braccini Neto, 1993).

Os modelos apresentados na Tabela 1 possuem vários parâmetros em comum:

y = peso corporal na idade “t”;

a = peso assintótico quando “t” tende a mais infinito, ou seja, peso à idade adulta;

b = constante de integração, relacionada ao peso inicial do animal e sem interpretação biológica bem definida. O valor de “b” é estabelecido pelos valores iniciais de “y” e “t”;

k = interpretado como taxa de maturação, que deve ser entendida como a mudança de peso em relação ao peso à maturidade, ou seja, como indicador da velocidade com que o animal se aproxima do seu tamanho adulto, determina a inclinação da curva;

m = parâmetro que dá forma à curva, sua fixação determina a forma da curva e, consequentemente, o ponto de inflexão.

a) Modelo de Brody

O modelo de Brody (1945) considera a velocidade do crescimento proporcional ao crescimento que fica por efetuar, assim as taxas de crescimento diminuem à medida que aumenta o peso e a idade. Este modelo foi proposto para descrever o crescimento após o ponto de inflexão. Neste modelo o parâmetro “m” assume o valor 1,0 (um). A maioria dos trabalhos que utilizam este modelo considera o nascimento como o ponto de inflexão, podendo assim ser usado para descrever o crescimento pós-natal (Paz et al. 2004).

b) Modelo de von Bertalanffy

O modelo de von Bertalanffy (1949, 1957) foi derivado por seu autor a partir de taxas de anabolismo e catabolismo dos tecidos do animal, baseando-se na suposição de que o crescimento é a diferença entre estas taxas. (Paz et al. 2004).

c) Modelo de Richards

A função de Richards (1959) possui quatro parâmetros, porém com ponto de inflexão variável, e é considerado por vários pesquisadores como o modelo de crescimento mais completo. A importância desse modelo está no ponto de inflexão, dependente do parâmetro m , que deve ser estimado para cada análise, para que possa ser feita uma melhor interpretação biológica. Entretanto, existe dificuldade em se ajustar este modelo devido a não convergência do processo iterativo, causado principalmente pela alta correlação negativa entre “ b ” e “ m ” (Paz et al. 2004).

d) Modelo Logístico

Modelo proposto por Verhulst em 1838 para expressar a lei do crescimento de populações humanas (Braccini Neto, 1993). Apresenta uma curva simétrica em relação ao ponto de inflexão, neste modelo pode-se alcançar 50% do valor assintótico. Aproxima-se, em seu segundo trecho, à função de Brody, porém, em seu primeiro trecho aproxima-se a uma função exponencial de taxa relativa de crescimento constante, em outras palavras, este modelo considera a velocidade de crescimento proporcional ao crescimento efetuado e ao crescimento que fica por efetuar. Na função Logística o parâmetro “ b ” é fixo e igual a 1,0 (um).

e) Modelo de Gompertz

O modelo de Gompertz, desenvolvido em 1825 por Benjamin Gompertz para estudar as leis de natalidade e mortalidade humana, baseia-se em que a taxa de crescimento relativo pode ser descrita de forma exponencial. A curva de Gompertz tem propriedades desejáveis numa curva de crescimento, pois ao contrário de outras funções, a massa corporal inicial é sempre superior a zero, o que reflete o fato de que o animal já nasce com algum peso. A curva é assimétrica em relação a seu ponto de inflexão, sendo o ritmo de desenvolvimento mais lento depois de alcançado este ponto, ou seja, a função de Gompertz foi desenvolvida sob a suposição de que a taxa de crescimento específico cai exponencialmente com o tempo. O ponto de inflexão neste modelo é fixo em 0,37 do valor de “ a ” (Paz et al. 2004).

Pela avaliação das curvas de crescimento, pode-se observar que existe uma grande divergência em relação à escolha de quais modelos que sejam mais adequados para descrever o crescimento de frangos tipo caipira, pois os genótipos podem apresentar o mesmo peso adulto, mas seu potencial de crescimento pode ser diferente, se atingirem a maturidade sexual em idades diferentes. O estudo da velocidade de crescimento dos cortes em relação à carcaça é de suma importância para a avaliação dos genótipos.

2.3.2. Crescimento Alométrico

As equações alométricas são utilizadas para expressar o crescimento dos tecidos muscular, adiposo e ósseo da carcaça em relação ao peso corporal e ao peso da carcaça.

De acordo com Ávila e Osório (1996), o estudo da alometria está baseado, principalmente, no fato de o desenvolvimento corporal ser uma função do peso e não do tempo necessário para alcançá-lo. Por isso, o abate de animais com determinada amplitude de variação de peso vivo, realizado sequencialmente, tem sido um dos métodos mais utilizados para descrever o crescimento relativo dos componentes da carcaça (Berg e Butterfield, 1966, citados por Furusho-Garcia et al. 2006).

A equação alométrica proposta por Huxley (1932), a qual define a relação tamanho entre a totalidade e as partes é definida como $y = ax^b$, em que “y” é o peso do corte ou do tecido; “x” é o peso de outra porção ou de todo o organismo; “a” é a interceptação do logaritmo da regressão linear sobre “y”; e “b” é o coeficiente de crescimento relativo, ou de alometria, ou seja, é a velocidade relativa de crescimento de “y” em relação a “x”. Quando o valor de “b” é igual a 1, os ritmos de desenvolvimento de “y” e “x” são semelhantes no intervalo de crescimento considerado (crescimento isogônico). No caso de “b” ser maior que 1, o ritmo de crescimento de “y” é maior que de “x”, caracterizando um desenvolvimento tardio do corte avaliado (crescimento heterogônico positivo) e, quando o valor de “b” for menor que 1, o ritmo de crescimento de “y” é menor que de “x”, caracterizando um desenvolvimento precoce do corte avaliada (crescimento heterogônico negativo).

Segundo Furusho-Garcia et al. (2009), o estudo alométrico do crescimento permite estimar o padrão de desenvolvimento dos cortes de importância econômica nos animais. O conhecimento do ritmo de crescimento de cada constituinte corporal, do ponto de vista econômico, pode possibilitar a determinação, com maior precisão, do peso ótimo de abate para cada grupo genético, viabilizando a máxima valorização do produto (Silva, 2000).

Algumas análises estatísticas podem ser empregadas para o estudo da semelhança/divergência genética de genótipos, por meio das características de desempenho, dentre as quais podemos destacar a Análise Multivariada.

2.4. ANÁLISE MULTIVARIADA

A denominação “análise multivariada” corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam simultaneamente as informações de todas as variáveis respostas na interpretação do conjunto de dados, levando em consideração a correlação entre elas.

A compreensão sobre a estrutura da situação e as principais características dos dados é o propósito de uma análise multivariada. A estrutura pode tomar várias formas, como ser requerida para dividir os dados em grupos ou decidir se um grupo conhecido está associado às observações. É possível ajustar um modelo estatístico aos resultados por meio da análise multivariada ou esta pode ser utilizada para associar dois tipos de observações (Marriot, 1974 citado por Sakaguti, 1994).

Entre as técnicas de análise multivariada, destacam-se a análise de variância multivariada (Manova), a análise por componentes principais, a análise por variáveis canônicas (ou função discriminante) e a análise de agrupamento. A escolha do método e técnica depende da finalidade do estudo, da precisão desejada pelo pesquisador, da facilidade da análise e da forma como os dados são obtidos (Cruz e Regazzi, 2001).

As variáveis canônicas são combinações lineares das variáveis originais e possuem independência entre as variáveis canônicas e a hierarquia de variância acumulada nas primeiras variáveis canônicas em relação às subseqüentes tem como objetivo proporcionar uma redução estrutural nos dados, de modo que a diferença entre tratamentos, influenciada em princípio por um conjunto p -dimensional (p = número de variáveis consideradas no estudo), possa ser avaliada por um complexo no espaço bi ou tridimensional de fácil interpretação geométrica (Regazzi, 2002).

Para o descarte de variáveis canônicas, identificam-se as variáveis de menor importância para a divergência entre os tratamentos avaliados como sendo aqueles cujo coeficiente de ponderação seja de maior magnitude, em valor absoluto, nas últimas variáveis canônicas, pois são responsáveis pela explicação de uma fração muito pequena da variância total. Quando há, nas primeiras variáveis, a concentração de grande proporção da variância total, pelo menos 80%, elas podem ser utilizadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações dos grupos.

A análise de agrupamentos tem por objetivo, dividir um grupo original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade e dissimilaridade. Este processo envolve, basicamente, duas etapas, a primeira relaciona-se com a estimação de uma medida de similaridade entre os progenitores e a segunda, com a adoção de técnica de agrupamento para formação dos grupos (Cruz e Carneiro, 2006). As medidas de dissimilaridade mais empregadas são as distâncias Euclidianas e a de Mahalanobis.

A análise de agrupamento é realizada utilizando-se o método de otimização de Tocher, o qual adota o critério de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos, usando a distância D^2 de Mahalanobis como medida de dispersão citada por Rao (1952).

Estima-se a maior distância dentre o conjunto de menores distâncias, entre cada tratamento e encontra a maior distância entre as menores. Assim é estabelecido θ como o limite de acréscimo, na média da distância intragrupo, para a formação ou inclusão de um novo elemento.

Inicialmente forma-se um primeiro grupo no qual a medida de dissimilaridade é a menor de todas. Avalia-se a possibilidade de inclusão de um tratamento em um grupo, verificando-se a distância desse tratamento em relação ao grupo, que é dividida pelo número de tratamentos que já o constituiu, é inferior ao máximo permitido.

Vários autores utilizaram esses testes para o estudo de divergência genética (Fonseca et al. 2000; Pires et al. 2002; Yamaki et al. 2008). Mas, frequentemente tem-se interesse em verificar se existe diferença entre as raças/linhagens/genótipos (tratamentos) utilizando-se uma estrutura multivariada, que pode ser obtida por meio da função discriminante linear de Fisher (FDF) ou primeira variável canônica.

A FDF é uma combinação linear das variáveis que proporciona o maior valor possível para o teste F, entre todas as combinações lineares das variáveis envolvidas (Harris, 1975) citado por Regazzi, (1997). A análise é mais eficaz quanto maior for a porcentagem da variância total a ela conferida.

Os testes de comparações múltiplas como o da união-intersecção de Roy podem ser aplicados para estudo do desempenho dos tratamentos dentro de cada variável considerada. A análise consiste na determinação das raízes características (autovalores) da equação característica.

Vale ressaltar que o emprego de metodologias estatísticas mais apropriadas para a análise de dados pode facilitar e aumentar a precisão na avaliação e seleção de materiais

genéticos de frangos de corte superiores e em plantéis de programa de melhoramento avícola (Rosário, 2003).

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, V.S.; OSÓRIO, J.C.S. Efeito do sistema de criação, época de nascimento e ano na velocidade de crescimento de cordeiros. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.1007-1016, 1996.

BOCKISCH, F.J.; JUNGBLUTH, T.; RUDOVSKY, A. Technical indicators for evaluation of housing systems for cattle, pigs and laying hens relating to animal welfare. **Zuchtungskunde**, v.71, n.1, p.38-63, 1999.

BRACCINI NETO, J. **Estudo genético de curvas de crescimento de aves de postura**. 1993. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, RS.

COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; ROSÁRIO, M. F. et al. Nota Prévia – Características da Carcaça e da Carne de Genótipos de Frangos Caipiras. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n. 1, p. 9-15, 2007.

CRUZ, C.D; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, v.2, 2 ed. Revisada, Viçosa: UFV, 2006. 585p.

CRUZ, C.D; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

FIGUEIREDO, E.A.P. Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA – APINCO, Campinas, 2001. **Anais**. Campinas: Apinco, 2001. p.209-222.

FIGUEIREDO, E.A.P.; ÁVILA, V.S. **Produção agroecológica de frangos de corte e galinhas de postura**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 185p

FONSECA, R.; PIRES, A.V.; LOPES, P.S. et al. Estudo da divergência genética entre raças suínas utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.4, p.403-409, 2000.

FRASER, D. The “new perception” of animal agriculture: legless cows, featherless chickens, and a need for genuine analysis. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, n. 3, p. 634-641, 2001.

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

FURUSHO-GARCIA, I.P., PEREZ, J.R.O., BONAGURIO, S., SANTOS, C.L. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1416-1422, 2006.

FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; PEREIRA, I.G. et al. Estudo alométrico dos tecidos da carcaça de cordeiros Santa Inês puros ou mestiços com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.539-546, 2009.

HARRIS, R.J. **A primer of multivariate statistics**. New York: Academic Press, p.332, 1975.

HELLMEISTER FILHO, P. **Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos tipo caipira**. 2002. 92p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

HUXLEY, J.S. **Problems of relative growth**. London:Methuen, 1932. 577p.

LOPES, P.S., **Curvas de crescimento, análise econômica e estudo de índices de seleção para aves Legorne**. Viçosa: UFV, 1983. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99 de 19/05/1999. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Brasília, DF: **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, 1999.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 02/2012 de 01/02/2012. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Brasília, DF: **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, 2012.

MIGNON-GASTEAU, S.; BEAUMONT, C. Les courbes de croissance chez les oiseaux. **Inra Production Animales**, v.13, n.5, p.337-348, 2000.

PAZ, C.C.P.; PACKER, I.U.; FREITAS, A.R. et al. Ajuste de modelos não-lineares em estudos de associação entre polimorfismos genéticos e crescimento em bovino de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1416-1425, 2004.

PIRES, A.V.; FONSECA, R.; ARAUJO COBUCI, R.J. et al. Estudo da divergência genética entre as raças suínas Duroc, Landrace e Large White, utilizando técnicas de análise multivariada. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.10, n.2, p. 81-85, 2002.

RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York, John Wiley & Sons, p. 390, 1952.

REGAZZI, A.J. **Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. (INF 766) (notas de aula).

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**: notas de aula. Viçosa: UFV, 2002.

ROSÁRIO, M.F. **Emprego do conceito de medidas repetidas na avaliação do desempenho de genótipos de frangos de corte**. 2003. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SAKAGUTI, E.S. **Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialélicos em coelhos**. Viçosa: UFV, 1994. 181p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

SILVA, R.D.M.; NAKANO, M. **Sistema caipira de criação de galinhas**. Piracicaba: O Editor, 1998. 110p.

SILVA, E. N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, São Paulo. **Trabalhos de Pesquisas...** Campinas: FACTA, 2000. p. 241-251.

TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B. et al. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.624-632, 2006.

VERCOE, J.E.; FITZHUGH, H.A.; von KAUFMANN, R. Livestock production systems beyond 2000. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Suwon, v. 13, sup. 5, p. 411-419, 2000.

YAMAKI, M.; MENEZES, G.R.O.; TEIXEIRA, R.B. et al. Divergência genética entre linhagens de matrizes de corte por meio de análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.829-833. 2008.

2. TRABALHOS

3.1 CAPÍTULO 1 - CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO CAIPIRA

Resumo: Objetivou-se com este trabalho comparar o padrão de crescimento, ajustando as respectivas curvas de crescimento por modelos não-lineares, e, estudar o desenvolvimento de cortes de carcaça em relação ao peso da carcaça em diferentes genótipos de frangos tipo caipira. Foram utilizados 840 pintos de um dia, machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, dos seguintes genótipos da linhagem Redbro: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor. As aves foram alojadas em 28 boxes, sendo 30 aves/box, em galpão de alvenaria com acesso a um piquete de 45m², com quatro repetições. O peso corporal individual dos frangos foi medido ao nascer, aos 14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias de idade. Para a determinação das curvas de crescimento do peso corporal das aves, os dados coletados foram avaliados a partir dos modelos não-lineares: Brody, Gompertz, Logístico, Richards e von Bertalanffy. Foi empregado o “proc nlin” do SAS, utilizando o método iterativo de Gauss-Newton. Os critérios utilizados para escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento foram o coeficiente de determinação, o desvio padrão assintótico, o desvio médio absoluto dos resíduos e o índice assintótico. As análises para obtenção dos coeficientes alométricos foram realizadas por meio do “proc glm” do SAS para os genótipos Carijó, Colorpak, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor. Foram avaliados os pesos da carcaça, peito, coxas, sobrecoxas, pernas e asas das aves abatidas aos 85 dias de idade. Apenas as equações propostas por Gompertz, von Bertalanffy e Logístico atingiram a convergência, sendo que o modelo proposto por von Bertalanffy foi o mais adequado para descrever o crescimento dos genótipos de frangos caipiras. Todos os cortes avaliados apresentaram crescimento tardio em relação ao peso de carcaça, em genótipos de frangos tipo caipira.

Palavras-chave: Gompertz, índice assintótico, Logístico, modelos não-lineares, peso corporal, von Bertalanffy

GROWTH OF GENOTYPES OF ALTERNATIVE STRAIN OF BROILER CHICKENS

Abstract: The objective of this work was to compare the growth pattern, adjusting their growth curves by nonlinear models and studying the development of housing sections in relation to the weight of the chicken carcass in different genotypes of alternative strain of broiler chickens. We used 840 day old chicks, males distributed in a completely randomized design, the following genotypes strain Redbro: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado and Tricolor. The birds were housed in 28 boxes, 30 birds / box in masonry shed with access to a paddock of 45 square meters, with four replications. Body weight was measured chickens to 84 days of age. To determine the growth curves of the body weight of birds, collected data were evaluated from the nonlinear models: Brody, Gompertz, Logistic, Richards and von Bertalanffy. Was used "proc nlin" of SAS, using the iterative method of Gauss-Newton. The criteria used to choose the best model of the growth curve were the coefficient of determination, the asymptotic standard deviation, the mean absolute deviation of the waste and the asymptotic index. The analysis to obtain the allometric coefficients were performed using the "proc glm" SAS for genotypes: Carijó, Colorpak, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado and Tricolor. We assessed the weights of carcass, breast, thighs, drumsticks, legs and wings. Only the equations proposed by Gompertz, Logistic and von Bertalanffy reached convergence, and that the model proposed by von Bertalanffy was the most appropriate. All sections were evaluated in relation to the late growth of carcass weight in alternative lines of broiler chickens.

Keywords: asymptotic index, body weight, Gompertz, Logistic, von Bertalanffy

Introdução

Trabalhos na área de genética vêm sendo realizados com o objetivo de desenvolver aves mais adaptadas, visando à melhoria dos índices produtivos da criação alternativa (Silva et al. 2002). Neste sentido, é de extrema importância conhecer o padrão e o potencial de crescimento das aves, expresso em peso corporal e ganho em peso.

Este desenvolvimento dos animais pode ser representado por curvas de crescimento ajustadas por polinômios descritos por funções logarítmicas e pode ser dividido em três fases: a primeira, log positiva, a segunda, log negativa, e a terceira, estacionária. As duas primeiras definem o crescimento exponencial, sendo crescente e decrescente, respectivamente (Tholon e Queiroz, 2009).

Os modelos matemáticos podem ser conceituados como instrumentos que descrevem o desenvolvimento e o crescimento da carcaça e das partes que permitem uma análise para a adoção de estratégias que possibilitem melhores desempenhos, principalmente no que se refere ao aumento do ganho em peso e da eficiência alimentar. Para frangos de corte, esses modelos também podem oferecer informações para selecionar algumas características de carcaça associadas à melhor idade de abate e minimizar as perdas provocadas pelas doenças metabólicas, oriundas do rápido crescimento. Além de fornecer subsídio para o setor avícola, podendo, por meio da estimativa do crescimento das aves, determinar as exigências nutricionais, prever a melhor idade de abate, prever índices de eficiência de produção, além de proporcionar dados para desenvolver modelos de crescimento (Marcato et al. 2010).

Desta forma, torna-se necessária a avaliação de genótipos tipo caipira comerciais, disponíveis para criação em sistema semi-intensivo. As informações relacionadas ao crescimento e desempenho desses genótipos são importantes para o aumento da lucratividade desse sistema de produção.

Considerando esses aspectos, objetivou-se com este trabalho comparar o padrão de crescimento, ajustando as respectivas curvas de crescimento por modelos não-lineares, e, estudar o desenvolvimento de cortes de carcaça em relação ao peso da carcaça em diferentes genótipos de frangos tipo caipira.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, situado no Campus JK em Diamantina-MG, durante o período de 21 de fevereiro a 16 de maio de 2011.

Foram utilizados 840 pintos de um dia, machos, provenientes de sete genótipos de frangos tipo caipira da linhagem Redbro: Caboclo (CBC), Carijó (CG), Colorpak (CPK), Gigante Negro (GNG), Pesadão Vermelho (PS), Pescoço Pelado (PP) e Tricolor (TRC). Os animais foram alojados em 28 boxes de dimensões 2,00 x 2,00m em galpão de alvenaria, coberto por telhas de fibrocimento, sendo 30 aves/box em quatro repetições para cada genótipo. Aos 28 dias os animais de cada boxe tiveram acesso a um piquete de 30m², formado por forrageira do tipo Tifton, gênero Cynodon.

O peso corporal individual dos frangos foi medido ao nascer, aos 14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias de idade.

As rações utilizadas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, para as diferentes fases: inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias) (Tabelas 1), conforme informações de composições e digestibilidade dos ingredientes apresentados em Rostagno et al. (2005); Mendonça et al. (2008); Nagib Nascimento et al. (2009); Pinheiro et al. (2011).

As rações foram fornecidas à vontade, 24 horas por dia, até os 70 dias, após esse período os animais passaram por restrição alimentar quantitativa, passando a receber ração à vontade por apenas sete horas ao dia, das 9 às 16 horas.

Para a determinação das curvas de crescimento do peso corporal das aves, os dados coletados foram avaliados a partir dos modelos de crescimento:

$$\text{Gompertz: } y = a \exp(-b \exp(-kt))$$

$$\text{Brody: } y = a(1 - b \exp(-kt))$$

$$\text{Logístico: } y = a(1 + \exp(-kt))^{-m}$$

$$\text{von Bertalanffy: } y = a(1 - b \exp(-kt)^3)$$

$$\text{Richards: } y = a(1 - b \exp(-kt)^m)$$

em que: “y” é o peso corporal na idade “t”, “a” é o peso assintótico quando “t” tende a mais infinito, ou seja, este parâmetro é interpretado como peso à idade adulta; “b” é uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal e sem interpretação biológica bem definida. O valor de “k” é estabelecido pelos valores iniciais de “y” e “t”; “k” é interpretado como taxa de maturação, que deve ser entendida como a mudança no peso corporal em relação ao peso à maturidade, ou seja, é indicador da velocidade com que o animal se aproxima do seu tamanho adulto, ou a taxa de crescimento relativo ao peso máximo; e, “m” é

o parâmetro que dá forma à curva. Sua fixação determina a forma da curva e, consequentemente, o ponto de inflexão.

Tabela 1 – Composições das rações nas três fases de criação das aves

Ingredientes (%)	1 a 28 dias	28 a 56 dias	56 a 84 dias
Milho Moído	56,792	62,518	71,793
Farelo de Soja 45%	36,302	30,822	24,089
Inerte (areia fina)	2,558	3,000	0,914
Fosfato Bicálcico	2,044	1,327	1,212
Calcário	1,429	1,196	1,094
Sal comum	0,457	0,331	0,254
DL- Metionina	0,217	0,174	0,260
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral ²	0,100	0,100	0,100
Óleo de Soja	0,000	0,311	0,184
L- Lisina HCL	0,000	0,120	0,000
Total	100,00	100,00	100,00
Composição química calculada			
Proteína Bruta (%)	21,27	19,35	17,00
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2750	2850	3000
Lisina digestível (%)	1,04	1,00	0,76
Metionina digestível (%)	0,51	0,44	0,50
Metionina + Cistina digestível (%)	0,80	0,71	0,75
Cálcio (%)	1,16	0,88	0,80
Fósforo disponível (%)	0,48	0,35	0,32

¹Suplemento vitamínico por kg de produto: vit. A 3.750.000 UI; vit. D₃, 750.000 UI; vit. E 7500 mg; vit K₃, 1.000 mg; vit. B₁, 750 mg; vit. B₂, 1.500 mg; vit. B₆, 1500 mg; vit. B₁₂, 7.500 mcg; vit. C 12.500mg, biotina 30 mg, niacina 10.000mg, ácido fólico 375; acid pantotênico 3.750mg; colina 10.000mg, metionina 400.000mg.

²Suplemento mineral por kg de produto: selênio 45mg; iodo 175mg; ferro 12.525 mg; cobre 2.500mg; manganês, 19.500 mg; zinco 13.750mg; prom. Prod 15.000mg, coccidiostático 10.000 mg, antioxidante (B.H.T) 500 mg.

Foi empregado o “proc nlin” (SAS, 2002) nas análises dos modelos não-lineares, utilizando o método iterativo de Gauss-Newton. Os critérios utilizados para escolha do modelo de melhor ajuste da curva de crescimento foram o coeficiente de determinação (R²),

calculado pela função $1 - \left(\frac{SQR}{SQT_c} \right)$, sendo SQR a soma de quadrados do resíduo e SQT_c a soma de quadrados total corrigida pela média, o desvio padrão assintótico (DPA), calculado a partir da raiz quadrada do quadrado médio do resíduo de cada modelo, e o desvio médio absoluto dos resíduos (DMA), conforme proposto por Sarmiento et al. (2006), calculado como a seguir:

$$DMA = \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

Outro critério utilizado para a escolha do melhor modelo foi o índice assintótico (IA), descrito por Ratkowsky (1990) combinando os critérios DPA, DMA e R^2 , atribuindo valor 100 para a maior estimativa de cada critério, sendo os demais ponderados em relação a este, assim: $IA = (DPA+DMA) - R^2$. Quanto menor o índice, melhor o ajuste do modelo.

Para o estudo de crescimento alométrico foram abatidas 8 aves de cada genótipo: Carijó, Colorpak, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor, ao nascimento, 14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias de idade, totalizando 280 aves, sendo avaliados os pesos da carcaça (PCA), peito (PP), coxas (PC), sobrecoxas (PSC), pernas (PPER) e asas (PA).

O estudo do crescimento relativo dos cortes foi realizado mediante o modelo da equação alométrica de Huxley ($y = ax^b$) transformada logaritmicamente em um modelo linear, $\ln Y = \ln a + b \ln X$ (Huxley, 1932), em que: “y” é o peso do corte; “x” é o peso da carcaça; “a” é o intercepto; “b” é o coeficiente de crescimento relativo ou de alometria.

As análises para obtenção dos coeficientes alométricos foram realizadas por meio do “proc glm” do SAS (2002). Para verificação da hipótese $b = 1$, foi realizado o teste “t” (Student) ($p < 0,01$), para as diferenças entre genótipo e idade de abate.

Quando ocorreu o valor de $b = 1$, o crescimento foi denominado isogônico, indicando que as taxas de desenvolvimento de “x” e “y” são semelhantes no intervalo de crescimento considerado. Quando $b \neq 1$, o crescimento é chamado heterogônico, sendo positivo ($b > 1$), o órgão é considerado de desenvolvimento tardio, e negativo ($b < 1$), órgão de desenvolvimento precoce.

Resultados e Discussão

Verificou-se que todos os genótipos estudados atingiram o peso corporal preconizado para o abate (2300g) aos 70 dias, conforme foi publicado no Ofício Circular DIPOA N° 02/2012 (MAPA, 2012), reduzindo assim a idade de abate e consequentemente o custo de produção da criação de frangos tipo caipira.

Tabela 2 – Média dos Pesos corporais (g) em diferentes idades (1, 28, 56, 70 e 84 dias), para os genótipos Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor

Genótipo	Peso corporal (g)						
	1 dia	14 dias	28 dias	42 dias	56 dias	70 dias	84 dias
Caboclo	38,31	223,39	633,27	1161,21	1837,84	2369,80	2910,53
Carijó	33,55	299,65	953,99	1830,67	2791,69	3299,90	3850,73

Colorpak	40,00	315,91	986,34	1925,21	3057,78	3645,96	4227,97
Gigante Negro	39,69	232,65	686,12	1245,61	1962,08	2458,89	3002,49
Pesadão Vermelho	33,91	289,50	928,37	1775,67	2795,75	3342,22	3915,36
Pescoço Pelado	41,33	306,68	906,14	1686,69	2606,88	3097,79	3637,56
Tricolor	40,87	304,39	944,11	1760,50	2719,48	3283,73	3912,60

Apenas as equações propostas por von Bertalanffy, Gompertz e Logístico atingiram a convergência (Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente), enquanto as análises realizadas pelos modelos Richards e Brody não convergiram, mostrando que estes modelos não se adequaram à descrição dos pesos para os genótipos estudados.

Para o modelo von Bertalanffy, o parâmetro “a” (peso à idade adulta) apresentou maior valor para o Colorpak e menor valor para o Pescoço Pelado (Tabela 3). Este resultado evidencia que as aves do genótipo Colorpak tendem a apresentar o maior peso à idade adulta e as aves do genótipo Pescoço Pelado, o menor peso à maturidade. Para todos os genótipos os valores de “a” foram superestimados em relação ao peso médio dos animais aos 84 dias (Tabela 3), mostrando assim que todos os genótipos, ao final do experimento, não haviam atingido seu peso máximo, ou seja, ainda estavam em fase de crescimento e deposição muscular.

Tabela 3 – Parâmetros estimados para as curvas de crescimento dos genótipos de frangos tipo caipira segundo o modelo von Bertalanffy

Genótipo	Parâmetro			R ² (%)	DMA (%)	DPA (%)	IA
	a	b	k				
Caboclo	5245,9 (4908,3 a 5583,5) ¹	0,8493 (0,8309 a 0,8677)	0,0186 (0,0173 a 0,0199)	98,42	26,14	19,25	53,03
Carijó	4984,0 (4777,1 a 5190,9)	0,9374 (0,8973 a 0,9775)	0,0289 (0,0270 a 0,0308)	95,99	74,51	90,94	69,46
Colorpak	5585,5 (5351,6 a 5819,4)	0,9604 (0,9199 a 1,0009)	0,0286 (0,0267 a 0,0304)	96,36	100,00	100,00	103,64
Gigante Negro	4960,7 (4503,9 a 5417,6)	0,8532 (0,8196 a 0,8868)	0,0203 (0,0181 a 0,0225)	95,80	37,39	55,70	2,71
Pesadão Vermelho	5245,7 (5001,4 a 5489,9)	0,9390 (0,8988 a 0,9792)	0,0276 (0,0257 a 0,0296)	95,87	79,52	95,89	79,53
Pescoço Pelado	4922,7 (4688,2 a 5157,2)	0,8969 (0,8617 a 0,9320)	0,0266 (0,0248 a 0,0285)	95,84	72,23	82,16	58,55
Tricolor	5504,3 (5247,8 a 5760,9)	0,8914 (0,8619 a 0,9210)	0,0251 (0,0235 a 0,0268)	96,76	64,03	72,15	39,42

a-Peso à idade adulta; b-Constante de integração; k-Taxa de maturidade; R²-Coeficiente de determinação; DMA-Desvio médio absoluto; DPA-Desvio padrão assintótico; IA- Índice assintótico.

¹Intervalo de confiança a 95% entre parênteses.

O parâmetro “b”, constante de integração, não possui interpretação biológica, e, portanto, não será discutido.

O parâmetro “k” representa a velocidade com que o animal passa pelo período de crescimento, até se tornar adulto. No modelo von Bertalanffy, o Carijó apresentou maior valor de “k”, e o Caboclo o menor valor, evidenciando que os animais Carijó apresentam maior taxa de crescimento e os Caboclo, menor taxa para este modelo. O Caboclo foi o que obteve menor valor (melhor ajuste) do desvio médio absoluto (DMA), o Colorpak foi o que apresentou maior (pior ajuste) valor de DMA.

Em relação ao desvio padrão assintótico (DPA), observou-se que os genótipos Carijó, Colorpak e Pesadão Vermelho obtiveram os maiores valores (pior ajuste), e o Caboclo obteve o menor valor (melhor ajuste).

O menor valor para o índice assintótico (IA) foi observado para o Gigante Negro, indicando que o modelo von Bertalanffy foi o que apresentou o melhor ajuste para este genótipo. Considerando que o IA é um critério que combina R^2 , DPA e DMA, e, portanto, em princípio, é considerado um critério “mais completo”, sendo este o recomendado para a escolha de modelos (Araújo et al. 2012). Portanto, o modelo von Bertalanffy apresentou, em termos gerais, o melhor ajuste para o Gigante Negro e o pior ajuste para o Colorpak, conforme pode ser constatado na Figura 1.

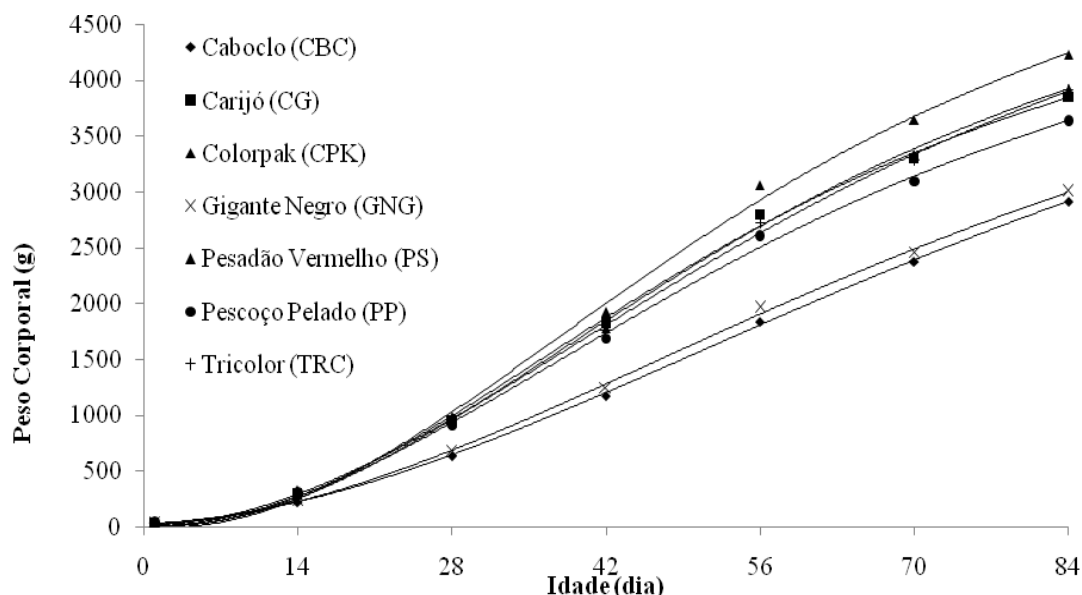


Figura 1 – Curvas de crescimento segundo o modelo von Bertalanffy para frangos tipo caipira dos genótipos estudados.

Para o modelo Gompertz, pode ser observado que o maior valor do parâmetro “a” foi apresentado pelo Colorpak indicando assim que essas aves apresentaram maior peso à idade adulta. O Gigante Negro apresentou menor valor para esse mesmo parâmetro, indicando assim que são aves mais tardias (Tabela 4). Ainda neste modelo, o Carijó apresentou maior valor de “k”, e o Caboclo o menor valor. Sendo “k” a velocidade com que o animal passa pelo período de crescimento, até se tornar adulto, percebe-se que o Carijó possui maior velocidade de crescimento em relação aos demais genótipos estudados.

Em trabalhos realizados por Santos et al. (2005) com as linhagens caipiras Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado, a Paraíso Pedrês (PP) apresentou maior potencial de crescimento, estimado pelo peso à maturidade, maior taxa de maturidade e menor idade para máximo crescimento que a Pescoço Pelado, utilizando o modelo Gompertz.

Tabela 4– Parâmetros estimados para curvas de crescimento dos genótipos de frangos tipo caipira segundo o modelo Gompertz

Genótipo	Parâmetro			R ² (%)	DMA (%)	DPA (%)	IA
	a	b	k				
Caboclo	4150,4 (3986,4 a 4314,4) ¹	4,3888 (4,24 a 4,53)	0,0298 (0,028 a 0,031)	98,42	49,42	19,76	29,25
Carijó	4487,6 (4356,0 a 4619,2)	4487,6 (4,53 a 5,072)	0,0404 (4,538 a 5,072)	96,03	86,63	92,23	82,84
Colorpak	4995,9 (4850,5 a 5141,3)	5,0101 (4,73 a 5,284)	0,0403 (0,038 a 0,042)	96,43	100,00	100,00	103,57
Gigante Negro	4067,3 (3829,4 a 4305,1)	4,3767 (4,1278 a 4,6256)	0,0315 (0,0290 a 0,0339)	73,11	71,61	57,11	55,61
Pesadão Vermelho	4662,1 (4511,9 a 4812,4)	4,8695 (4,5966 a 5,142)	0,0392 (0,0371 a 0,0414)	95,92	96,25	96,98	97,31
Pescoço Pelado	4353,1 (4210,9 a 4495,4)	4,5785 (4,3402 a 4,8168)	0,0381 (0,0360 a 0,0402)	94,69	80,53	83,22	69,06
Tricolor	4792,8 (4641,8 a 4943,7)	4,5703 (4,3664 a 4,7742)	0,0365 (0,0347 a 0,0383)	96,77	94,40	73,56	71,19

a-Peso à idade adulta; b-Constante de integração; k-Taxa de maturidade; R²-Coeficiente de determinação; DMA-Desvio médio absoluto; DPA-Desvio padrão assintótico; IA- Índice assintótico.

¹ Intervalo de confiança a 95% entre parênteses.

Considerando os critérios para qualidade de ajuste do modelo (DMA, DPA e IA) observou-se que o genótipo Caboclo obteve menores valores e o Colorpak os maiores valores. O melhor ajuste da curva é atingido quando se obtém menores valores de DMA, DPA e IA, assim pode-se afirmar que o padrão de crescimento das aves do genótipo Caboclo se ajustou bem ao modelo Gompertz (Figura 2).

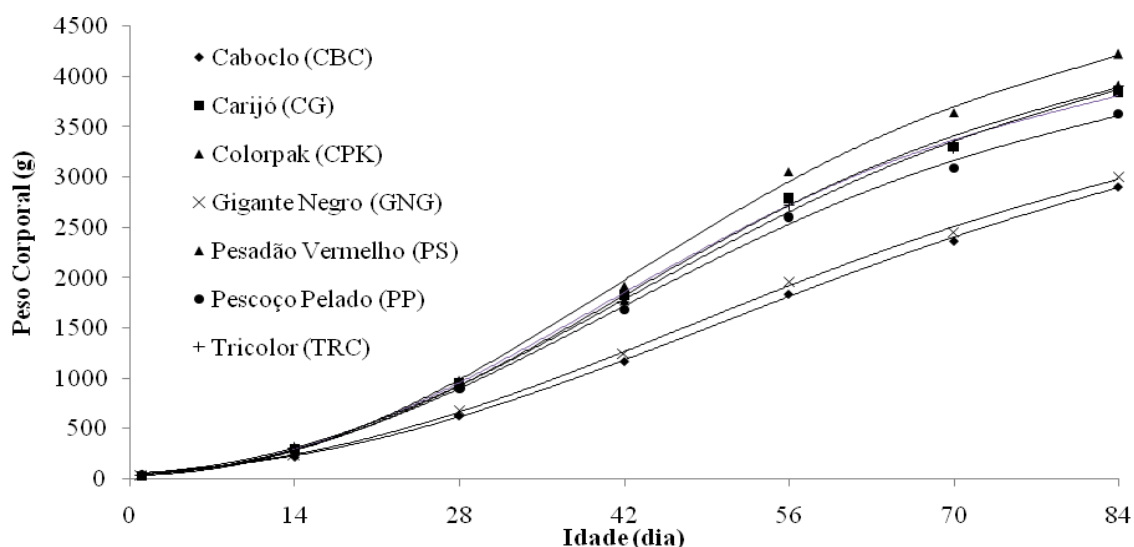


Figura 2 – Curvas de crescimento segundo o modelo Gompertz para frangos tipo caipira dos genótipos estudados.

Pela avaliação do modelo Logístico, assim como no modelo Gompertz, as aves do genótipo Colorpak obtiveram maior valor para o parâmetro “a” e o Gigante Negro menor valor (Tabela 5).

Tabela 5 – Parâmetros estimados para as curvas de crescimento dos genótipos de frangos tipo caipira segundo o modelo Logístico

Genótipo	Parâmetro			R ² (%)	DMA (%)	DPA (%)	IA
	a	b	k				
Caboclo	3861,8 (3737,8 a 3985,8) ¹	5,8718 (5,6961 a 6,0476)	0,0355 (0,0341 a 0,0369)	98,39	54,68	20,14	23,57
Carijó	4332,6 (4224,9 a 4440,3)	6,2967 (5,9862 a 6,6073)	0,0461 (0,0441 a 0,0481)	96,02	88,55	92,77	85,30
Colorpak	4822,8 (4704,0 a 4941,6)	6,5420 (6,2265 a 6,8574)	0,0458 (0,0439 a 0,0477)	96,44	95,32	100,00	98,80
Gigante Negro	3817,4 (3635,5 a 3999,3)	5,8436 (5,5410 a 6,1462)	0,0373 (0,0349 a 0,0396)	95,77	75,14	57,65	37,02
Pesadão Vermelho	4487,7 (4365,7 a 4609,7)	6,3874 (6,0701 a 6,7047)	0,0448 (0,0428 a 0,0469)	95,92	95,07	97,37	96,52
Pescoço Pelado	4177,4 (4062,9 a 4291,8)	6,0475 (5,7663 a 6,3286)	0,0439 (0,0420 a 0,0459)	95,88	88,80	83,64	76,56
Tricolor	4577,8 (4457,4 a 4698,2)	6,0510 (5,8088 a 6,2932)	0,0423 (0,0406 a 0,0441)	96,75	100,00	74,31	77,56

a-Peso à idade adulta; b-Constante de integração; k-Taxa de maturidade; R²-Coeficiente de determinação; DMA-Desvio médio absoluto; DPA-Desvio padrão assintótico; IA- Índice assintótico

¹ Intervalo de confiança a 95% entre parênteses.

Como também observado com os outros modelos (von Bertalanffy e Gompertz), os valores de “a” de todos os genótipos foram superestimados em relação ao peso médio dos animais aos 84 dias, mostrando assim que todos os genótipos ao final do experimento não haviam atingido seu peso máximo, ou seja, ainda estavam em fase de crescimento.

No modelo Logístico, assim como nos modelos de Gompertz e Logístico, o Carijó apresentou maior valor de “k”, e o Caboclo o menor valor, indicando que o Carijó possui maior velocidade de crescimento em relação aos demais genótipos estudados.

Para o modelo Logístico, bem como no modelo Gompertz, o ajuste do crescimento das aves do genótipo Caboclo apresentou os menores valores de DMA, DPA e IA, e neste modelo o Tricolor foi o que apresentou maior valor de DMA. Quanto ao DPA e IA o Colorpak apresentou maior valor (Figura 3). Com isso, podemos afirmar que as aves do genótipo Caboclo se ajustaram melhor que as aves do genótipo Colorpak para o modelo Logístico.

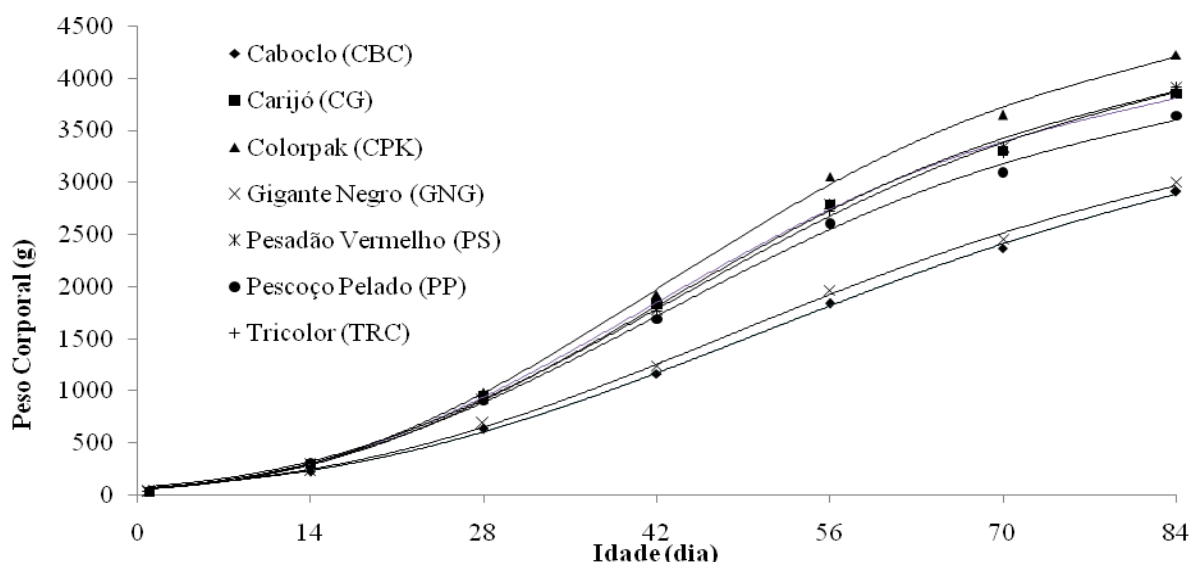


Figura 3 – Curvas de crescimento segundo o modelo Logístico para frangos tipo caipira dos genótipos estudados.

O parâmetro “k” é a relação entre a taxa de crescimento e o peso adulto do animal. Quanto maior o valor de “k” mais precoce é o animal (Santos et al. 2007). Desta maneira, pode-se verificar que o Carijó foi o mais precoce, e o Caboclo o mais tardio dentre os genótipos estudados.

O coeficiente de determinação (R^2) outro critério utilizado para indicar a curva mais adequada para descrever o crescimento dos frangos tipo caipira nos modelos utilizados. Os valores encontrados para todos os genótipos foram muito próximos de cem, portanto, não foi

possível, por esse critério, definir qual a curva que melhor se ajustou, ou seja, pelo R^2 todos os modelos podem ser utilizados.

Levando em consideração o IA, por se tratar de um critério de avaliação mais completo, pode-se observar que o melhor ajuste foi apresentado pela curva proposta por von Bertalanffy, sendo este o recomendado pelo presente estudo, para descrever o padrão de crescimento das aves dos genótipos de frangos tipo caipira avaliados. Embora, segundo Freitas et al. (1983) e Sakomura e Rostagno (2007), o modelo de Gompertz tenha sido o mais adequado.

Em relação aos coeficientes de alometria, verificou-se que o crescimento alométrico foi heterogônico positivo para todos os cortes avaliados (Tabela 6; Figura 4). Para o peso de peito foi constatado ($p < 0,01$) crescimento heterogônico positivo ($b > 1$), em todos os genótipos, indicando que peso de peito apresentou desenvolvimento tardio em relação ao peso da carcaça, ou seja, a taxa de deposição do peso de peito é menor que peso da carcaça. As características de peso de coxas, sobrecoxas, pernas e asas também apresentaram tendência semelhante ao comportamento apresentado por peso de peito, também com crescimento heterogônico positivo ($b > 1$), indicando que peso de coxas, sobrecoxas, pernas e asas apresentam desenvolvimento tardio em relação ao peso da carcaça, em todos os genótipos. Este desenvolvimento pode ser explicado pelo fato de os genótipos tipo caipira possuírem crescimento considerado lento quando comparados ao frango de corte convencional. Govaerts et al. (2000), em trabalho realizados com frangos de corte machos, também detectaram que o crescimento de peito, coxa, pernas, asa e gordura abdominal foram considerados tardios ($b > 1$) em relação ao peso da carcaça.

Dentre os cortes avaliados, as aves do genótipo Colopark apresentaram desenvolvimento mais precoce para todos os cortes quando comparado aos demais genótipos, conforme pode-se observar pelos menores valores estimados para o parâmetro “b” (Tabela 6). Esse resultado pode ser explicado pelo fato que essas aves têm um crescimento rápido e assim atingem mais cedo a idade adulta, e, conseqüentemente, têm uma maior deposição proteica nos músculos, indicando assim um bom potencial das aves para a produção de carne. O genótipo Tricolor, de forma geral, apresentou crescimento tardio dos cortes avaliados em relação aos demais, conforme pode ser observado pelos maiores valores estimados para o parâmetro “b”.

Tabela 6 – Teste para crescimento isogônico ($H_0: b = 1$) dos cortes da carcaça em função do peso da carcaça, para os diferentes genótipos de frangos tipo caipira

Genótipo	Parâmetro b	R ²	t _{cal}
Peso do Peito - PP			
Carijó	1,25914	0,9893	14,53393**
Colorpak	1,24388	0,9899	14,25365**
Pesadão Vermelho	1,26283	0,9913	16,31471**
Pescoço Pelado	1,27349	0,9920	13,70877**
Tricolor	1,28770	0,9894	12,42228**
Peso da Coxa - PC			
Carijó	1,03854	0,9986	7,258004**
Colorpak	1,03240	0,9969	4,169884**
Pesadão Vermelho	1,05352	0,9971	6,923674**
Pescoço Pelado	1,04498	0,9981	5,636591**
Tricolor	1,06887	0,9974	7,188935**
Peso da Sobrecoxa - PSC			
Carijó	1,10237	0,9970	12,43864**
Colorpak	1,07109	0,9941	6,319111**
Pesadão Vermelho	1,08018	0,9915	5,895588**
Pescoço Pelado	1,09745	0,9982	11,89866**
Tricolor	1,12531	0,9940	8,244079**
Peso da Perna - PPER			
Carijó	1,06906	0,9990	15,27876**
Colorpak	1,05076	0,9983	8,545455**
Pesadão Vermelho	1,06460	0,9971	8,292683**
Pescoço Pelado	1,07121	0,9993	14,86639**
Tricolor	1,09276	0,9989	14,72381**
Peso da Asa - PA			
Carijó	1,10132	0,9936	8,401327**
Colorpak	1,07749	0,9946	7,18165**
Pesadão Vermelho	1,13929	0,9899	8,911708**
Pescoço Pelado	1,11958	0,9918	6,752117**
Tricolor	1,12614	0,9932	7,776819**

** p<0,01; b = Coeficiente de crescimento relativo ou de alometria; R² = Coeficiente de determinação.

Os valores dos coeficientes de determinação (R²) para o estudo do crescimento alométrico foram altos, indicando que o ambiente de criação das aves foi o mais homogêneo possível, não interferindo de forma significativa no peso da carcaça e dos cortes, sendo possível constatar de forma significativa a heterogonia positiva dos coeficientes da equação de Huxley.

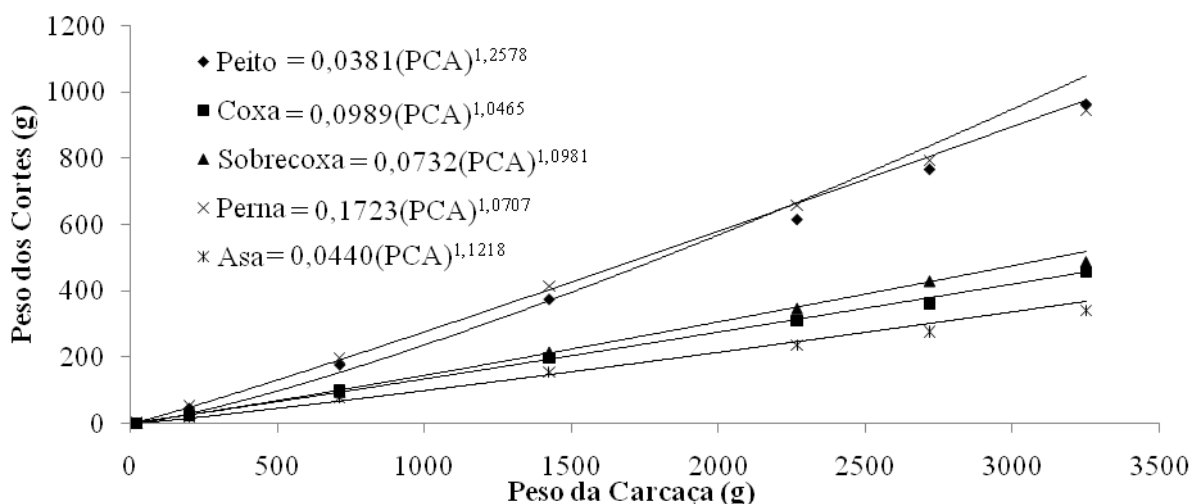


Figura 4 - Desenvolvimento alométrico dos cortes (Peito, Coxa, Sobrecoxa, Perna e Asa) em relação ao Peso da Carcaça (PCA) em frangos tipo caipira.

Conclusões

Dentre os modelos analisados, os modelos de Brody e Richards não se ajustaram à descrição do crescimento das aves tipo caipira. Os modelos de Gompertz, von Bertalanffy e Logístico se ajustaram bem ao crescimento dos genótipos estudados, sendo o modelo proposto por von Bertalanffy o mais adequado.

O crescimento alométrico foi heterogônico positivo para todos os cortes avaliados em relação ao peso da carcaça nos genótipos de frangos tipo caipira, indicando crescimento tardio dos cortes em relação ao peso da carcaça.

Agradecimento

Os autores agradecem o aporte financeiro e apoio recebidos da Avifran, CAPES, CNPq, Fapemig e Globoaves.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, R.O.; MARCONDES, C.R.; DAMÉ, M.C. F.et al . Classical nonlinear models to describe the growth curve for Murrah buffalo breed. **Ciência Rural**, v. 42, p. 520-525, 2012.

FREITAS, A.R.; ALBINO, L.F.; ROSSO, L.A. **Estimativas do peso de frangos machos e fêmeas através de modelos matemáticos**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1983. 4p. (Comunicado técnico, 68).

GOVAERTS T., ROOM G., BUYSE J. et al. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. **British poultry science**. v.41 p:355-362, 2000.

HUXLEY, J.S. **Problems of relative growth**. London:Methuen, 1932. 577p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 02/2012 de 01/02/2012. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Brasília, DF: **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, 2012.

MARCATO, S.M; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K. et al. 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.

MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.

NAGIB NASCIMENTO, D.C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009.

NAGIB NASCIMENTO, D.C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Exigências de metionina + cistina digestível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.869-878, 2009.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; NAGIB NASCIMENTO, D.C. et al. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.361-369, 2011.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas sob semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.231-238, 2011.

RATKOWSKY, D.A. **Handbook of nonlinear regression models**. New York and Basel, Marcel Dekker, 1990.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais - Tabelas Brasileiras**. Viçosa, M.G.: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 141p.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SANTOS, A.L; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Estudo do Crescimento, Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade de Carne de Três Linhagens de Frango de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; SILVA, F. F. et al. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n., p.1486-1492, 2007.

SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. **User's guide**: Version 9.1, Cary: 2002. v.2, 1052p.

SARMENTO, J.L.R.; REGAZZI, 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.

SILVA, M.A.N. ; HELLMEISTER FILHO, P. ; ROSÁRIO, M.F. et al. Adaptação de linhagens de galinhas para corte ao sistema de criação semi-intensivo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 219-225, 2002.

THOLON P.; QUEIROZ, S.A. Modelos matemáticos utilizados para descrever curvas de crescimento em aves aplicados ao melhoramento animal. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2261-2269, 2009.

3.2. CAPÍTULO 2 – PARÂMETROS DE DESEMPENHO E CARCAÇA DE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO CAIPIRA

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar as características de desempenho e de carcaça de sete genótipos de frangos tipo caipira da linhagem Redbro. Foram utilizados 840 pintos de um dia, machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, dos seguintes genótipos: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor. Os animais foram alojados em 28 boxes, sendo 30 aves por box, em galpão de alvenaria com acesso a um piquete de 45m², em quatro repetições. As características de desempenho (conversão alimentar, ganho em peso médio diário, consumo de ração médio diário) foram avaliadas nos períodos: 1 a 28, 1 a 56, 1 a 70 e 1 a 84 dias de idade. O peso corporal foi avaliado aos 28, 56, 70 e 84 dias de idade. As características de carcaça (peso e rendimento de carcaça, peito e pernas) foram obtidas a partir do abate de 2 aves por box, aos 85 dias de idade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o “proc glm” do SAS. Verificou-se que em todos os períodos as aves do genótipo Colorpak apresentaram maior peso corporal, consumo de ração médio diário, ganho em peso médio diário e melhor conversão alimentar. Entretanto, os genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram menores consumo de ração médio diário, ganho em peso médio diário e pior conversão alimentar. Quanto ao rendimento de cortes observou-se que os genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram os menores valores e o Carijó, Colorpak, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor obtiveram os melhores rendimentos de pernas. Para o rendimento de peito o Carijó e o Pesadão Vermelho obtiveram os maiores valores. A escolha do genótipo deve ser feita de acordo com o interesse de mercado, pois há diferenças no desempenho e no rendimento de carcaça e dos cortes.

Palavras-chave: consumo de ração, conversão alimentar, frango colonial, ganho de peso.

PERFORMANCE OF PARAMETERS AND CARCASS ON GENOTYPES OF ALTERNATIVE STRAIN OF BROILER CHICKENS

Abstract: The objective of this study was to evaluate the performance characteristics and carcass of seven genotypes of alternative strain of broiler chickens strain Redbro. We used 840 day old chicks, males distributed in a completely randomized design, the following genotypes strain Redbro: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado and Tricolor. The animals were housed in 28 boxes, 30 birds per pen in masonry shed with access to a paddock of 45 square meters, with four replications. The performance characteristics (feed conversion, average daily weight gain, average daily feed intake) were evaluated in periods: 1 to 28, 1 to 56 days, 1 to 70 and 1 to 85 days of age. Body weight was measured at 28, 56, 70 and 84 days of age. The carcass traits (weight and carcass yield, breast and leg) were obtained from the slaughter of two birds per pen, at 84 days old. Statistical analyzes were performed using the "proc glm" SAS. It was found that in all periods birds Colorpak genotype had higher body weight, average daily feed intake, average daily weight gain and feed conversion better. However, the genotypes Caboclo and Gigante Negro had lower average daily feed intake, average daily weight gain and feed conversion worse. As for the yield of cuts can be observed that the genotypes Caboclo and Gigante Negro presented the lowest values and Carijó, Colorpak, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado and Tricolor had the best yields of legs. For breast meat yield and heavy Carijó and the Pesadão Vermelho had the highest values. The choice of the genotype should be in accordance with the market interest, because there are differences in performance and carcass yield and cuts.

Keywords: chicken colonial, feed intake, feed conversion, weight gain.

Introdução

A criação de aves para a produção de carne tipo caipira é um dos segmentos da avicultura alternativa que tem se mostrado promissor, tendo em vista a fatia do mercado composta por consumidores que demandam por produtos mais saborosos (Santos et al. 2005).

Assim, a criação alternativa de frangos de corte, também chamados no Brasil de “caipira” (Região Sudeste), “colonial” (Região Sul) e “capoeira” (Região Nordeste), tem evoluído nos últimos anos, tornando-se uma atividade economicamente viável para pequenas propriedades rurais que podem explorar este nicho de mercado com produtos diferenciados (Figueiredo et al. 2001; Takahashi et al. 2006).

Para se obter lucratividade neste segmento da avicultura, pesquisas na área de genética têm sido realizadas com o objetivo de desenvolver aves mais adaptadas para melhoria dos índices produtivos da criação alternativa (Farmer et al. 1997; Lewis et al. 1997; Boelling et al. 2003).

Conhecer o desempenho das aves é importante para o produtor planejar aspectos diretos ou indiretamente relacionados com a lucratividade da atividade (fornecimento de ração, idade de abate, etc). Dessa forma, torna-se necessária a avaliação das linhagens comerciais atualmente disponíveis no mercado para criação em sistema semiconfinado. As informações relacionadas ao crescimento, desempenho, rendimento e qualidade da carcaça dessas linhagens são importantes para o aumento da lucratividade desse sistema de produção (Dourado et al. 2009).

Neste sentido, o presente trabalho foi realizado objetivando-se comparar as características de desempenho (conversão alimentar, ganho em peso médio diário e consumo de ração médio diário); peso e rendimento de carcaça; peso e rendimento de peito; e, peso e rendimento de pernas, de sete genótipos de frangos tipo caipira.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, situado no Campus JK em Diamantina-MG, durante o período de 21 de fevereiro a 16 de maio de 2011.

Foram utilizados 840 pintos de um dia, machos, provenientes de sete genótipos de frangos tipo caipira provenientes da linhagem Redbro: Caboclo (CBC), Carijó (CG), Colorpak (CPK), Gigante Negro (GNG), Pesadão Vermelho (PS), Pescoço Pelado (PP) e Tricolor

(TRC). Os animais foram alojados em 28 boxes de dimensões 2,00 x 2,00m, sendo 30 aves por boxe, em galpão de alvenaria, coberto por telhas de fibrocimento, em quatro repetições (boxes) para cada genótipo. A partir dos 28 dias de idade, as aves tiveram acesso a um piquete de 30m², formado por forrageira do tipo Tifton, gênero *Cynodon*.

O peso corporal dos frangos e o consumo de ração foram mensurados ao nascer, aos 14, 28, 42, 56, 70 e aos 84 dias de idade.

As rações utilizadas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, para as fases, inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias) (Tabela 1), conforme informações de composições e digestibilidade dos ingredientes apresentados em Rostagno et al. (2005); Mendonça et al. (2008); Nagib Nascimento et al. (2009); Pinheiro et al. (2011).

As rações foram fornecidas à vontade, 24 horas por dia, até os 70 dias de idade, após esse período os animais passaram por restrição alimentar quantitativa, e receberam ração à vontade apenas das 9 às 16 horas.

Tabela 1 – Composição das rações nas três fases de criação das aves

Ingredientes (%)	1 a 28 dias	28 a 56 dias	56 a 84 dias
Milho Moído	56,792	62,518	71,793
Farelo de Soja 45%	36,302	30,822	24,089
Inerte (areia fina)	2,558	3,000	0,914
Fosfato Bicálcico	2,044	1,327	1,212
Calcário Calcítico	1,429	1,196	1,094
Sal comum	0,457	0,331	0,254
DL- Metionina	0,217	0,174	0,260
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral ²	0,100	0,100	0,100
Óleo de Soja	0,000	0,311	0,184
L- Lisina HCL	0,000	0,120	0,000
Total	100,000	100,000	100,000
Composição química calculada			
Proteína Bruta (%)	21,27	19,35	17,00
Energia Metabolizável (kcal/Kg)	2750	2850	3000
Lisina digestível (%)	1,04	1,00	0,76
Metionina digestível (%)	0,51	0,44	0,50
Metionina + Cistina digestível (%)	0,80	0,71	0,75
Cálcio (%)	1,16	0,88	0,80
Fósforo disponível (%)	0,48	0,35	0,32

¹Suplemento vitamínico por kg de produto: vit. A 3.750.000 UI; vit. D₃, 750.000 UI; vit. E 7500 mg; vit K₃, 1.000 mg; vit. B₁, 750 mg; vit. B₂, 1.500 mg; vit. B₆, 1500 mg; vit. B₁₂, 7.500 mcg; vit. C 12.500mg, biotina 30 mg, niacina 10.000mg, ácido fólico 375; acid pantotênico 3.750mg; colina 10.000mg, metionina 400.000mg.

²Suplemento mineral por kg de produto: selênio 45mg; iodo 175mg; ferro 12.525 mg; cobre 2.500mg; manganês, 19.500 mg; zinco 13.750mg; prom. Prod 15.000mg, coccidiostático 10.000 mg, antioxidante (B.H.T) 500 mg.

As características de desempenho zootécnico avaliadas foram: ganho em peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA), para os períodos: 1 a 28, 1 a 56, 1 a 70 e 1 a 84 dias de idade; além do peso corporal (PC) aos 28, 56, 70 e 84 dias de idade. Aos 85 dias de idade foram abatidas 2 aves de cada parcela, após jejum de sólidos de seis horas. Foram então avaliados peso (PCARC) e rendimento (RCARC) de carcaça (carcaça constituída de cabeça e pés); peso (PPEITO) e rendimento (RPEITO) de peito; e, peso (PPERNAS) e rendimento (RPERNAS) de pernas, sendo a perna a soma dos cortes coxa e sobrecoxa.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o “proc glm” do SAS (2002).

Resultados e Discussão

Observaram-se diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os genótipos em todas as características avaliadas (Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6).

Verificou-se que em todos os períodos as aves do genótipo Colorpak apresentaram maior PC, diferindo estatisticamente dos demais genótipos. Pode ser observado também que em todos os períodos, os genótipos Gigante Negro e Caboclo apresentaram menores PC. De acordo com Pym (2005), as aves têm sido selecionadas para aumentar a taxa de crescimento e, como consequência lógica, ocorreu aumento do consumo de alimento melhorando a eficiência e antecipando a idade de abate destes animais.

Tabela 2 – Peso corporal (PC, em gramas) para os genótipos Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor em diferentes idades

Genótipo	28 dias	56 dias	70 dias	84 dias
Caboclo	633,36 ^e	1837,73 ^d	2369,81 ^d	2910,53 ^d
Carijó	954,05 ^{ab}	2791,46 ^b	3299,90 ^b	3850,84 ^{bc}
Colorpak	986,39 ^a	3057,69 ^a	3645,96 ^a	4227,22 ^a
Gigante Negro	686,52 ^d	1964,44 ^d	2458,90 ^d	3003,21 ^d
Pesadão Vermelho	928,44 ^{bc}	2795,60 ^b	3342,22 ^b	3915,31 ^b
Pescoço Pelado	905,95 ^c	2605,87 ^c	3097,79 ^c	3638,84 ^c
Tricolor	941,46 ^{bc}	2720,57 ^{bc}	3283,74 ^b	3912,12 ^b
Coeficiente de Variação	2,21	2,99	2,48	2,57

Médias na mesma coluna, seguidas por diferentes letras, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Confrontado os resultados encontrados no presente trabalho para PC e as exigências do Ofício Circular DIPOA N° 007/99 (MAPA, 1999), que, entre outras diretrizes, determinava que as aves "Tipo Caipira" deviam ser criadas por um período mínimo de 85 dias, com a recente alteração na idade de abate, publicado no Ofício Circular DIPOA N°

02/2012 (MAPA, 2012), que reduziu a idade mínima de abate para 70 dias, verifica-se que todos os genótipos estudados atingiram o PC preconizado para o abate (2300g).

Neste sentido, destacam-se os genótipos Caboclo e Gigante Negro que apresentaram crescimento mais lento, levando mais tempo para atingir o peso médio mínimo estipulado de 2300 g, seguidos pelos genótipos Pescoço Pelado, Carijó, Tricolor, Pesadão Vermelho e Colorpak, respectivamente. Verificou-se que o genótipo Colorpak apresentou maior consumo de ração médio diário (CRMD) diferindo estatisticamente de todos os genótipos avaliados e em todos os períodos estudados (Tabela 3). O genótipo Caboclo apresentou menor CRMD em todos períodos avaliados, seguido pelo genótipo Gigante Negro. Este resultado vai ao encontro da justificativa apresentada anteriormente uma vez que as aves dos genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram uma taxa de crescimento mais lenta e visualmente um comportamento de pastejo mais ativo, tendendo a passar mais tempo no piquete, ingerindo assim menos ração que as aves Colorpak.

Tabela 3 – Consumo de ração médio diário (CRMD, em gramas) para os genótipos Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor nos diferentes períodos

Genótipo	1 a 28 dias	1 a 56 dias	1 a 70 dias	1 a 84 dias
Caboclo	43,76 ^d	72,73 ^c	83,47 ^c	96,30 ^c
Carijó	57,32 ^{ab}	101,38 ^b	112,69 ^b	126,44 ^b
Colorpak	60,43 ^a	114,96 ^a	132,07 ^a	145,04 ^a
Gigante Negro	48,45 ^c	68,43 ^c	81,77 ^c	95,36 ^c
Pesadão Vermelho	56,47 ^b	105,18 ^{ab}	116,69 ^b	129,69 ^b
Pescoço Pelado	56,10 ^b	98,26 ^b	110,17 ^b	122,20 ^b
Tricolor	56,39 ^b	100,12 ^b	111,83 ^b	124,71 ^b
Coeficiente de Variação	2,95	5,86	4,98	3,84

Médias na mesma coluna, seguidas por diferentes letras, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Madeira et al. (2010) encontraram diferenças significativas entre os genótipos de frangos de corte em relação ao consumo de ração. As aves do genótipo Ross apresentaram maior consumo de ração, seguidas das Máster Griss e Pesadão Vermelho, que não diferiram entre si, sendo que as aves Label Rouge apresentaram menor consumo de ração.

Carrijo et al. (2002), em pesquisa com linhagens de frango de corte tipo colonial em sistema semintensivo de criação e Moreira et al. (2004), com frangos de corte comerciais, também verificaram efeito do genótipo para o consumo de ração.

Hellmeister Filho et al. (2003), utilizando os genótipos Pinto Preto Pesado de Pasto Pescoço Pelado de Piracicaba, Label Rouge, Paraíso Pedrês e Caipirinha da ESALQ,

verificaram que o menor consumo de ração foi verificado na linhagem Pinto Preto Pesado de Pasto Pescoço Pelado de Piracicaba, enquanto o maior foi na linhagem Label Rouge.

O maior GPMD (Tabela 4) em todos os períodos avaliados foi obtido pelas aves do genótipo Colorpak e os menores pelas aves dos genótipos Caboclo e Gigante Negro.

Tabela 4 – Ganho em peso médio diário (GPMD, em gramas), para os genótipos Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor, nos diferentes períodos

Genótipo	1 a 28 dias	1 a 56 dias	1 a 70 dias	1 a 84 dias
Caboclo	21,25 ^e	34,37 ^d	33,30 ^d	34,19 ^d
Carijó	32,87 ^{ab}	49,25 ^b	46,66 ^b	45,44 ^b
Colorpak	33,79 ^a	53,88 ^a	51,51 ^a	49,84 ^a
Gigante Negro	23,10 ^d	32,13 ^d	34,56 ^d	35,28 ^d
Pesadão Vermelho	31,94 ^{bc}	49,31 ^b	47,26 ^b	46,20 ^b
Pescoço Pelado	30,88 ^c	45,79 ^c	43,66 ^c	42,83 ^c
Tricolor	32,16 ^{bc}	47,85 ^{bc}	46,32 ^b	46,09 ^b
Coeficiente de Variação	2,36	3,05	2,52	2,61

Médias na mesma coluna, seguidas por diferentes letras, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Madeira et al. (2010) observaram que o ganho em peso das aves foi influenciado pelo genótipo. As aves do genótipo Ross apresentaram maior ganho em peso se comparadas às Máster Griss e Pesadão Vermelho, que não diferiram entre si. Estes autores justificaram que as aves Label Rouge apresentaram menor ganho em peso em relação às Ross, provavelmente porque as aves Ross passaram por melhoramento para ganho em peso rápido e não abandonaram o boxe, exercitando-se menos que as outras, na área de pastejo. Essa falta de exercício, observada pelos autores, também foi observado neste presente estudo com alguns genótipos, como o Colorpak, podendo justificar seu maior GPMD em todos os períodos avaliados.

Santos et al. (2005), em um estudo realizado com frangos de corte e caipiras, observaram que os frangos de corte Cobb apresentaram maior ganho de peso, seguidos pelas aves Paraíso Pedrês e ISA Label, como resultado do maior potencial de crescimento das aves Cobb, em relação às linhagens caipiras e, entre essas, o maior potencial para crescimento verificado nas aves Paraíso Pedrês em relação às ISA Label.

No período de 1 a 28 dias de idade verificou-se que os genótipos Caboclo e Gigante Negro obtiveram a pior conversão alimentar (Tabela 5). Entretanto, para os outros períodos não houve diferença significativa da conversão alimentar entre os genótipos.

Tabela 5 – Conversão alimentar (CA, em g/g) para os genótipos Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor, nos diferentes períodos

Genótipo	1 a 28 dias	1 a 56 dias	1 a 70 dias	1 a 84 dias
Caboclo	2,06 ^a	2,26 ^a	2,50 ^a	2,82 ^a
Carijó	1,75 ^b	2,05 ^a	2,41 ^a	2,78 ^a
Colorpak	1,79 ^b	2,13 ^a	2,56 ^a	2,91 ^a
Gigante Negro	2,09 ^a	1,99 ^a	2,36 ^a	2,70 ^a
Pesadão Vermelho	1,77 ^b	2,13 ^a	2,47 ^a	2,81 ^a
Pescoço Pelado	1,81 ^b	2,14 ^a	2,52 ^a	2,85 ^a
Tricolor	1,75 ^b	2,09 ^a	2,41 ^a	2,71 ^a
Coeficiente de Variação	2,96	6,63	5,55	4,01

Médias na mesma coluna, seguidas por diferentes letras, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Como era de se esperar verificou-se que a CA piorou com o avançar da idade da ave. A piora na CA das aves no período final de criação deve-se ao fato dessas aves estarem próximas a atingir a taxa de máximo crescimento antes dos 84 dias, perdendo a eficiência em converter o alimento ingerido em peso corporal, sobretudo em virtude de esse ganho ser proporcionalmente maior em gordura (Santos et al. 2005). Segundo Kessler et al. (2000), durante o crescimento de frangos de corte, após as aves terem atingido seu máximo crescimento, há uma mudança no perfil do crescimento, caracterizada por redução na taxa de crescimento, acompanhada por menor deposição de proteína e maior de gordura.

Dentre alguns trabalhos de literatura, destacam-se Hellmeister Filho et al. (2003) que verificaram que a linhagem Pinto Preto Pesado de Pasto Pescoço Pelado de Piracicaba apresentou melhores valores de CA, em comparação com a linhagem Label Rouge. Savino et al. (2007) observaram que o genótipo Caipirão da ESALQ apresentou melhor conversão alimentar em relação aos genótipos Embrapa 041 e Carijó Barbada. E ainda, Takahashi et al. (2006) não encontraram diferença para conversão alimentar entre os genótipos Paraíso Pedrês, Label Rouge e Caipirinha da ESALQ, no período inicial de criação.

Os frangos dos genótipos Carijó, Colorpak e Pesadão Vermelho apresentaram menor tempo para atingir a idade 2300, diferindo estatisticamente ($P \leq 0,05$) dos demais genótipos. Os frangos dos genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram as maiores idades 2300, não diferindo entre si (Tabela 6).

Ao comparar o CRMD, verificou-se que não houve diferença entre os genótipos Colorpak, Pesadão Vermelho e Pescoço Pelado que apresentaram um maior CRMD. Os

genótipos Caboclo e Gigante Negro assim como na idade 2300, apresentaram os menores valores para CRMD, diferindo estatisticamente dos demais genótipos (Tabela 6).

Os maiores GPMD foram observados para os genótipos Carijó e Colorpak que não diferiram entre si (Tabela 6). Assim como na idade 2300 e CRMD, os genótipos Caboclo e Gigante Negro tiveram os piores resultados no GPMD, e também tiveram as piores conversão alimentar, não diferindo estatisticamente do genótipo Pescoço Pelado. À exceção dos genótipos Caboclo e Gigante Negro os demais genótipos não diferiram estatisticamente na conversão alimentar. Este resultado encontrado era o esperado, pois os frangos Caboclo e Gigante Negro tem um padrão de crescimento considerado lento por isso demoraram mais tempo para atingir o peso de abate de 2300g, conforme o Ofício Circular DIPOA N° 02/2012 (MAPA, 2012) .

Tabela 6 – Médias das variáveis idade aos 2300g (Idade 2300), ganho em peso médio diário (GPMD, em gramas), consumo de ração médio diário (CRMD, em gramas) e conversão alimentar (CA, em g/g) para os genótipos Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor

Genótipo	Idade 2300	CRMD	GPMD	CA
Caboclo	69,50 ^a	91,81 ^c	33,24 ^d	2,76 ^a
Carijó	49,50 ^{bc}	113,22 ^b	47,40 ^{ab}	2,38 ^b
Colorpak	47,50 ^c	123,47 ^a	49,06 ^a	2,51 ^b
Gigante Negro	67,25 ^a	97,36 ^c	34,54 ^d	2,81 ^a
Pesadão Vermelho	50,00 ^{bc}	116,81 ^{ab}	46,46 ^{bc}	2,51 ^b
Pescoço Pelado	52,50 ^b	115,85 ^{ab}	44,46 ^c	2,60 ^{ab}
Tricolor	51,00 ^b	112,08 ^b	45,73 ^{bc}	2,45 ^b
Coeficiente de Variação	2,39	4,00	2,19	3,92

Médias na mesma coluna, seguidas por diferentes letras, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Pode ser observado que os maiores pesos ao abate (Tabela 7) foram observados pelos frangos dos genótipos Carijó, Colorpak, Pesadão Vermelho e Tricolor e os genótipos Caboclo e o Gigante Negro tiveram os menores pesos. Com relação às características de carcaça (Tabela 7), pode ser observado que, as aves dos genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram o menor peso de carcaça (PCARC) ($P \leq 0,05$), não havendo diferença entre os demais genótipos, sendo que o rendimento de carcaça (RCARC) não diferiu estatisticamente entre nenhum dos genótipos avaliados.

Santos et al. (2005), ao trabalharem com as linhagens Cobb, Paraíso Pedrês e ISA Label, encontraram maiores rendimentos de carcaça para aves Cobb em relação às caipiras, as quais não diferiram entre si. Stringhini et al. (2003), trabalhando com as linhagens Ross,

Cobb, Arbor Acres e Avian Farms, não encontraram efeito de linhagem para rendimento de carcaça, resultado semelhante ao do presente trabalho.

Tabela 7 – Peso Corporal, Peso (PCARC) e rendimento (RCARC) de carcaça, peso (PPEITO) e rendimento (RPEITO) de peito e peso (PPERNAS) e rendimento (RPERNAS) de pernas, para os genótipos Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor, abatidos aos 85 dias de idade

Genótipo	Peso Abate	PCARC (g)	RCARC (%)	PPEITO (g)	RPEITO (%)	PPERN AS (g)	RPERN AS (%)
Caboclo	2782,75 ^c	2161,3 ^b	77,63 ^a	521,75 ^b	24,10 ^c	659,88 ^b	30,55 ^{ab}
Carijó	3974,50 ^{ab}	3287,9 ^a	83,04 ^a	985,00 ^a	29,93 ^a	962,13 ^a	29,29 ^{ab}
Colorpak	4185,25 ^a	3414,4 ^a	81,54 ^a	996,00 ^a	29,12 ^{ab}	964,25 ^a	28,20 ^b
Gigante Negro	2984,62 ^c	2362,3 ^b	79,14 ^a	606,50 ^b	25,65 ^{bc}	708,50 ^b	29,98 ^{ab}
Pesadão Vermelho	4108,00 ^{ab}	3270,0 ^a	79,72 ^a	1014,13 ^a	31,00 ^a	935,13 ^a	28,57 ^{ab}
Pescoço Pelado	3756,75 ^b	3132,3 ^a	80,77 ^a	925,13 ^a	29,50 ^{ab}	898,00 ^a	29,26 ^{ab}
Tricolor	3912,25 ^{ab}	3059,8 ^a	80,17 ^a	844,50 ^a	27,50 ^{abc}	950,88 ^a	31,14 ^a
Coef. Variação	7,29	6,37	3,00	10,88	6,41	7,41	4,27

Médias na mesma coluna, seguidas por diferentes letras, diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O padrão de desempenho das aves com relação ao PPEITO foi exatamente igual ao observado para PCARC, em que os genótipos Caboclo e Gigante Negro também apresentaram menores resultados, sendo que os demais não diferiam entre si ($P>0,05$). Com relação ao RPEITO, as aves dos genótipos Carijó e Pesadão Vermelho apresentaram maiores médias, não diferindo do Colorpak, Pescoço Pelado e Tricolor. O genótipo Caboclo apresentou o menor RPEITO, não diferindo do Gigante Negro e Tricolor. Novamente verificou-se que os genótipos Caboclo e Gigante Negro tenderam a apresentar os piores desempenhos, quando comparados aos demais genótipos avaliados.

Quanto ao desempenho dos genótipos com relação à característica PPERNAS, as aves dos genótipos Caboclo e Gigante Negro obtiveram os piores resultados, assim como no PPEITO e PCARC, sendo que os demais genótipos não apresentaram diferenças entre si ($P>0,05$). Para a característica RPERNAS as aves do genótipo Tricolor obtiveram o melhor resultado, não havendo diferença ($P>0,05$) entre os genótipos Caboclo, Carijó, Gigante Negro, Pesadão Vermelho e Pescoço Pelado; sendo que as aves do genótipo Colorpak apresentaram o pior RPERNAS, diferindo do genótipo Tricolor.

Coelho et al. (2007) não encontraram efeito significativo entre os genótipos Caipirão da ESALQ, Pinto Preto Pesado de Pasto de Pescoço Pelado de Piracicaba, Caipirinha da

ESALQ, Carijó Barbado, Paraíso Pedrês, Embrapa 041, Label Rouge, Paraíso Pelado para rendimento de pernas.

Verificou-se, portanto, que quando se avaliaram as características de peso de carcaça e cortes, os genótipos Caboclo e Gigante Negro tenderam a apresentar os piores resultados. Mas quando se avaliaram as características de rendimento de carcaça e pernas, detectaram diferença no desempenho entre os genótipos avaliados. Resultado semelhante ao obtido por Stringhini et al. (2003) que não encontraram efeito de linhagem (Ross, Cobb, Arbor Acres e Avian Farms) para rendimento de cortes.

Segundo Moreira et al. (2003), linhagens de frango de corte comerciais são de alto rendimento de carcaça, mas existem diferenças entre elas, sendo que o resultado final depende da seleção genética aplicada, que varia de acordo com a importância dessas características para o mercado a que se destina.

Destaca-se que o mercado consumidor brasileiro de frango tipo caipira demanda principalmente o frango inteiro, e como o padrão de carcaça hoje preconizado é uma carcaça não muito grande, devido à redução do tamanho das famílias brasileiras, verifica-se que os genótipos avaliados neste trabalho tenderam a apresentar um peso de carcaça elevado, sugerindo-se que, para atender à demanda de mercado, estas aves precisam ser abatidas em menores idades, em consonância, com Ofício Circular DIPOA N° 02/2012 (MAPA, 2012). Esta redução na idade ao abate permite ainda reduzir o custo de produção (melhor eficiência alimentar), além de diminuir disputas entre machos por serem mais jovens, bem como evitar que as aves sejam submetidas a programa alimentar alternativo, como forma de adequar o seu peso de abate.

Conclusões

Os frangos do genótipo Colorpak apresentaram, de maneira geral, o melhor desempenho zootécnico e os frangos Caboclo e Gigante Negro os piores desempenhos. Comportamento semelhante foi observado para peso e rendimento dos cortes.

Agradecimento

Os autores agradecem o aporte financeiro e apoio recebidos da Avifran, CAPES, CNPq, Fapemig, e Globoaves.

Referências Bibliográficas

BOELLING, D.; GROEN, A.F.; SORENSEN, P. et al. Genetic improvement of livestock for organic farming systems. **Livestock Production Science**, v.80, n.1, p.79-88, 2003.

CARRIJO, A.S.; MENEZES, G.P.; SILVA, M.J. et al. Avaliação de linhagens alternativas na criação de frango tipo caipira. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, v.4, suplemento1, p.84, 2002.

COELHO, A.A.D; SAVINO, V.J.M.; ROSÁRIO, M.F. et al. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.10, n.1, p.9-15, 2007.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C. N.; et al. Crescimento e Desempenho de Linhagens de Aves Pescoço Pelado Criadas em Sistema Semi – Confinado. **Ciências e Agrotecnologia**. , v.33, n.3, p.875-881, 2009.

FARMER, L.J.; PERRY, G.C.; LEWIS, P.D. et al. Responses of two genotypes of chicken to the diet sands tocking densities of conventional UK and Label Rouge production systems. 2. Sensory attributes. **Meat Science**, v.47, n.2, p-77-93, 1997.

FIGUEIREDO, E.A.P.; PAIVA, D.P.; ROSA, P.S. et al. Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ALTERNATIVA DE FRANGOS. CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2001. v.2, p.209-222 .

HELLMEISTER FILHO, P.; MENTEN, J.F.M.; SILVA, M.A.N. et al. Efeito do genótipo e do Sistema de Criação sobre do Desempenho de Frangos Tipo Caipira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1883-1889, 2003.

KESSLER, A.M.; SNIZEK, P.N.; BRUGALLI, I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p.107-133.

LEWIS, P.D.; PERRY, G.C.; FARMER, L.J. et al. Responses of two genotypes of chicken to the diets and stocking densities typical of UK and “Label Rouge” production systems. 1. Performance, behavior and carcass composition. **Meat Science**, v.45, n.4, p-501-516, 1997.

MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; ARAUJO, P.C. et al. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99 de 19/05/1999. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Brasília, DF: **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, 1999.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. BRASIL. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/ divisão de operações industriais. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 02/2012 de 01/02/2012. Registro do Produto “Frango Caipira ou Frango

Colonial” ou “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Brasília, DF: **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, 2012.

MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.

MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A. et al. Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito de frangos de linhagens de conformação versus convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1663-1673, 2003.

MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; ROÇA, R.O. et al. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes Linhagens comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1506-1519, 2004.

NAGIB NASCIMENTO, D.C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009.

NAGIB NASCIMENTO, D.C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Exigências de metionina + cistina digestível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.869-878, 2009.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; NAGIB NASCIMENTO, D.C. et al. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.361-369, 2011.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas sob semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.231-238, 2011.

PYM, R.A.E. Genetic aspects of food intake and food utilization efficiency for growth in chickens. In: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 17., 2005, Sydney. **Proceedings...** Sydney: The World's Poultry Science Association, 2005. p.153-162.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais - Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 141p.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R.; et al. Estudo do Crescimento, Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade de Carne de Três Linhagens de Frango de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

SAVINO, V.J.M.; COELHO, A.A.D.; ROSÁRIO, M.F. et al. Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.578-583, 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS – SAS. **User's guide**: Version 9.1, Cary: 2002. v.2, 1052p.

STRINGHINI, J.H.; LABOISSIÈRE, M.; MURAMATSU, K. et al. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.183-190, 2003.

TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B. et al. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.624-632, 2006.

3.3. CAPÍTULO 3 - DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE FRANGOS TIPO CAIPIRA

Resumo: Objetivou-se com este trabalho verificar a divergência genética entre sete genótipos de frangos tipo caipira da linhagem Redbro utilizando as características de desempenho por meio de técnicas de análise multivariada. Foram utilizados 840 pintos de um dia, machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, dos seguintes genótipos: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Tricolor. Após a consistência dos dados foram avaliados as seguintes variáveis: ganho em peso médio diário, consumo de ração médio diário e conversão alimentar, para os períodos: 1 a 28, 1 a 56, 1 a 70 e 1 a 84 dias de idade; peso corporal ao nascimento, aos 28, 56, 70 e aos 84 dias de idade. O desempenho dos genótipos foi avaliado por meio da análise de variância multivariada e da função discriminante linear de Fisher, usando os testes do maior autovalor de Roy e da união-interseção de Roy para as comparações múltiplas. O estudo da divergência genética foi feito por meio da análise por variáveis canônicas e pelo método de otimização de Tocher. Os genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram médias canônicas diferentes dos demais genótipos. As duas primeiras variáveis canônicas explicaram 97,41% da variação entre os genótipos. A divergência genética entre os genótipos avaliados permitiu a formação de quatro grupos com os seguintes genótipos: grupo 1 - Colorpak, grupo 2 - Pesadão Vermelho e Pescoço Pelado; grupo 3 - Carijó e Tricolor, e grupo 4 - Caboclo e Gigante Negro.

Palavras-chave: agrupamento, análise discriminante, distância, variável canônica

GENETIC DIVERGENCE BETWEEN GENOTYPES OF ALTERNATIVE STRAIN OF BROILER CHICKENS

Abstract: The objective of this study was to evaluate the genetic divergence among seven genotypes of alternative strain of broilers chickens of the strain Redbro using the performance characteristics using multivariate analysis. We used 840 day old chicks, males distributed in a completely randomized design, the following genotypes: Caboclo, Carijó, Colorpak, Gigante Negro, Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado and Tricolor. After the consistency of the data were analyzed the following variables: average daily gain, average daily feed intake and feed conversion for the periods: 1 to 28, 1 to 56, 1 to 70 and 1 to 84 days of old, body weight at birth, at 28, 56, 70 and at 84 days old . The performance of genotypes was assessed by multivariate analysis of variance and Fisher's linear discriminant function, using the tests of the largest eigenvalue of Roy and the Roy union-intersection for multiple comparisons. The study of genetic diversity was done by canonical variate analysis and the method of Tocher. The genotypes Caboclo and Gigante Negro had different canonical averages of the other genotypes. The first two canonical variables accounted for 97.41% of the variation among genotypes. The genetic divergence between the genotypes allowed the formation of four groups with the following genotypes: group 1 - Colorpak, group 2 - Pesadão Vermelho and Pescoço Pelado; group 3 - Carijó and Tricolor, and group 4 - Caboclo and Gigante Negro.

Keywords: canonical variable, discriminant analysis, distance, group

Introdução

O melhoramento animal altera a composição gênica dos indivíduos, com intuito de atender à demanda dos produtores e consumidores e, no melhoramento de aves, o principal objetivo é a melhoria no desempenho e no rendimento de carcaça das aves.

Considerando-se que as características de importância econômica, utilizadas para avaliar os indivíduos ou genótipos, são de natureza quantitativa e, portanto, sujeitas a diferentes bases genéticas e graus de influência de ambiente, torna-se difícil interpretar o conjunto de características a partir de análises univariadas (Sakaguti et al. 1996). Para estudos em que várias variáveis devam ser consideradas simultaneamente, as técnicas de análise multivariada são métodos estatísticos mais apropriados (Franci et al. 2001), pois combinam, simultaneamente, múltiplas informações provenientes de uma unidade experimental, que não são possíveis de serem obtidas com o uso da análise univariada (Viana et al. 2000).

Uma técnica utilizada nos estudos de divergência genética é a análise por meio de variáveis canônicas, que consiste na transformação das variáveis originais em variáveis padronizadas e não-correlacionadas, com a característica de manter o princípio do processo de conglomeração com base na distância D^2 de Mahalanobis, descrita por Cruz e Regazzi (1997), além de considerar as matrizes de covariâncias residuais e fenotípicas das características avaliadas. O novo conjunto de variáveis, em ordem de estimação, retém o máximo de informação em termos de variação total. Estas variáveis explicarão tanto melhor a variabilidade manifestada entre os indivíduos avaliados quanto menor for o número de variáveis que acumulem pelo menos 80% da variação total (Fonseca et al. 2000).

Ao determinar o número de variáveis canônicas que acumulam um mínimo de 80% da variância total disponível, estimam-se os escores de cada variável canônica que podem ser plotados em gráficos bi ou tridimensionais, sendo as variáveis canônicas usadas como eixos de referência, em que podem ser visualizadas as distâncias gráficas que representam as similaridades e dissimilaridades entre genótipos (Piassi et al. 1995b).

Com isso, objetivou-se com este trabalho verificar a divergência genética entre sete genótipos de frangos tipo caipira utilizando as características de desempenho por meio de técnicas de análise multivariada.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, situado no Campus JK em Diamantina-MG, durante o período de 21 de fevereiro a 16 de maio de 2011.

Foram utilizados 840 pintos de um dia, machos, provenientes de sete genótipos de frangos tipo caipira da linhagem Redbro: Caboclo (CBC), Carijó (CG), Colorpak (CPK), Gigante Negro (GNG), Pesadão Vermelho (PS), Pescoço Pelado (PP) e Tricolor (TRC). Os animais foram alojados em 28 boxes de dimensões 2,00 x 1,50m em galpão de alvenaria, coberto com telhas de fibrocimento, em quatro repetições (boxes) para cada genótipo, sendo 30 aves por box. A partir dos 28 dias de idade, as aves tiveram acesso a um piquete de 45m², formado por forrageira do tipo Tifton, gênero *Cynodon*.

As rações utilizadas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, para as fases, inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias) (Tabela 1), conforme informações de composições e digestibilidade dos ingredientes apresentados em Rostagno et al. (2005) ; Mendonça et al. (2008); Nagib Nascimento et al. (2009); Pinheiro et al. (2011).

As rações foram fornecidas à vontade, 24 horas por dia, até os 70 dias de idade, após esse período os animais passaram por restrição alimentar quantitativa, e receberam ração à vontade, apenas das 9 às 16 horas.

As características de desempenho avaliadas foram: ganho em peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA), para os períodos: 1 a 28 dias (GPMD1-28, CRMD1-28 e CA1-28, respectivamente), 1 a 56 dias (GPMD1-56, CRMD1-56 e CA1-56, respectivamente), 1 a 70 dias (GPMD1-70, CRMD1-70 e CA1-70, respectivamente) e 1 a 84 dias (GPMD1-84, CRMD1-84 e CA1-84, respectivamente); além do peso corporal ao nascimento (PNASC), aos 28 (P28), 56 (P56), 70 (P70) e aos 84 dias de idade (P84).

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o procedimento “proc candisc” do programa SAS (2002), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = u_k + G_{ik} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado da característica k, na repetição j, do genótipo i (i= 1, 2, ..., 7; j= 1, 2, 3, 4; k=1, 2, ..., 17);

u_k = média da característica k;

G_{ik} = efeito do genótipo i na característica k;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação y_{ijk} .

Tabela 1 – Composição das rações nas três fases de criação

Ingredientes (%)	1 a 28 dias	28 a 56 dias	56 a 84 dias
Milho Grão	56,792	62,518	71,793
Farelo de Soja 45%	36,302	30,822	24,089
Inerte (areia fina)	2,558	3,000	0,914
Fosfato Bicálcico	2,044	1,327	1,212
Calcário	1,429	1,196	1,094
Sal comum	0,457	0,331	0,254
DL- Metionina	0,217	0,174	0,260
Suplemento Vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral ²	0,100	0,100	0,100
Óleo de Soja	0,000	0,311	0,184
L- Lisina HCL	0,000	0,120	0,000
Total	100,000	100,000	100,000
Composição química calculada das rações experimentais			
Proteína Bruta (%)	21,27	19,35	17,00
Energia Metabolizável (kcal/Kg)	2750	2850	3000
Lisina (%)	1,04	1,00	0,76
Metionina (%)	0,51	0,44	0,50
Metionina + Cistina (%)	0,80	0,71	0,75
Cálcio (%)	1,16	0,88	0,80
Fósforo disponível (%)	0,48	0,35	0,32

¹Suplemento vitamínico por kg de produto: vit. A 3.750.000 UI; vit. D₃, 750.000 UI; vit. E 7500 mg; vit K₃, 1.000 mg; vit. B₁, 750 mg; vit. B₂, 1.500 mg; vit. B₆, 1500 mg; vit. B₁₂, 7.500 mcg; vit. C 12.500mg, biotina 30 mg, niacina 10.000mg, ácido fólico 375; acid pantotênico 3.750mg; colina 10.000mg, metionina 400.000mg.

²Suplemento mineral por kg de produto: selênio 45mg; iodo 175mg; ferro 12.525 mg; cobre 2.500mg; manganês, 19.500 mg; zinco 13.750mg; prom. Prod 15.000mg, coccidiostático 10.000 mg, antioxidante (B.H.T) 500 mg.

Foi adotado o critério de descarte das variáveis de acordo com a avaliação da importância das características, a partir dos coeficientes de ponderação de cada característica nas últimas variáveis canônicas que, por estimação, retém proporção mínima da variação total (Regazzi, 2002). Após o descarte dessas variáveis foram feitos os testes de médias para a comparação entre os genótipos com as características que foram mantidas.

Em contraste com a análise univariada, na MANOVA obtêm-se matrizes A, H e E de soma de quadrados e produtos, com dimensões treze por treze (número de características avaliadas). Sendo A, H e E as matrizes de soma de quadrados e produtos totais, de genótipos (tratamentos) e residuais, respectivamente. A hipótese testada pela MANOVA é a de igualdade dos vetores de médias entre os genótipos, ou seja:

$$H_0: G_1 = G_2 = G_3 = G_4 = G_5 = G_6 = G_7$$

Para testar essa hipótese foi utilizado o teste do maior autovalor de Roy, que consiste na determinação das raízes características (autovalores) da equação característica

$$|\mathbf{E}^{-1}\lambda\mathbf{I}| = 0 \text{ ou } |\mathbf{H} - \lambda\mathbf{E}| = 0$$

em que:

$\mathbf{I}$ = matriz identidade;

λ = autovalores;

$\mathbf{E}^{-1}$ = inversa da matriz de soma de quadrados e produtos residual; e

$\mathbf{H}$ = matriz de soma de quadrados e produtos de tratamentos.

Sendo $\lambda_{\max}$ o maior autovalor de $\mathbf{E}^{-1}\mathbf{H}$, define-se a estatística $\theta \frac{\lambda_{\max}}{1_{\max}}$.

O valor assim obtido (θ) é comparado com o limite de significância fornecido em tabelas (Morrison, 1967; Harris, 1975).

A seguir realizou-se o teste de comparações de contrastes entre médias, pelo teste da união-interseção de Roy. Para a análise de agrupamento foi utilizado o método de otimização de Tocher, adotando-se a distância D^2 de Mahalanobis como medida de dispersão, conforme citado por Rao (1952). Vários autores utilizaram esses testes para o estudo de divergência genética (Piassi et al. 1995a; Piassi et al. 1995b; Viana et al. 2000; Fonseca et al. 2000).

A função discriminante linear de Fisher (FDF) foi utilizada para testar a diferença entre os genótipos (tratamentos). Os coeficientes da FDF, já aplicada aos dados de observações, reduzem o espaço k dimensional a um espaço unidimensional, conservando a informação da variabilidade contida nos dados. A partir deste ponto realizou-se uma ANOVA onde a hipótese testada foi de igualdade dos genótipos (tratamentos):

$$H_0: g_1 = g_2 = g_3 = g_4 = g_5 = g_6 = g_7$$

Para testar contrastes entre as médias dos genótipos (tratamentos) foi calculada a diferença mínima significativa (DMS):

$$DMS = \sqrt{\frac{\alpha}{1-\alpha}} SQR_r \frac{c_i^2}{r_i}$$

em que:

α = valor crítico de Roy, a 1% de probabilidade;

r_i = número de repetições para o genótipo i ;

SQR = soma de quadrados do resíduo.

Resultados e Discussão

Verificou-se que as variáveis GPMD1-28, P84, GPMD1-84 e P56 são passíveis de descarte, pois retém proporção mínima da variação total, por apresentarem maiores valores absolutos nas últimas variáveis canônicas (Can6, Can5, Can4 e Can3, respectivamente) (Tabela 2) e representam, portanto, uma variação praticamente insignificante (Regazzi, 2002).

Tabela 2 – Coeficientes canônicos padronizados para as características de desempenho em aves tipo caipira

Característica	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5	Can6
CMRD1-28	10,32	-9,11	-2,13	-3,22	-3,14	0,69
GPMD1-28	148,27	-18,37	-87,62	-65,97	184,68	193,12
CA1-28	-11,14	7,94	1,45	2,18	3,31	-0,92
CMRD1-56	-14,96	4,43	-3,04	-1,25	-2,29	-6,23
GPMD1-56	-489,36	-90,50	-330,62	107,57	192,63	-79,95
CA1-56	12,11	-3,03	2,06	2,09	1,90	6,29
CMRD1-70	6,42	-0,58	0,47	9,00	0,48	-2,33
GPMD1-70	-160,88	124,43	-3,16	-93,18	197,50	-0,74
CA1-70	-5,42	1,37	0,89	-10,09	0,44	0,32
CMRD1-84	1,76	0,36	-0,46	-12,11	5,08	2,77
GPMD1-84	-905,76	162,05	-273,70	124,34	500,37	-187,46
CA1-84	-2,18	-1,20	0,35	12,73	-5,74	-1,01
PNASC	-7,29	2,94	-9,55	-1,58	15,84	5,61
P28	-152,11	24,72	85,59	66,75	-177,38	-189,29
P56	494,77	89,93	331,66	-106,28	-192,32	82,89
P70	159,06	-126,98	3,42	87,02	-195,80	1,53
P84	901,80	-159,44	273,59	-114,21	-501,97	185,11

CMRD1-28= Consumo de ração médio diário de 1 a 28 dias de idade; GPMD1-28= Ganho em peso diário de 1 a 28 dias de idade; CA1-28= Conversão alimentar de 1 a 28 dias de idade; CMRD1-56= Consumo de ração médio diário de 1 a 56 dias de idade; GPMD1-56= Ganho em peso diário de 1 a 56 dias de idade; CA1-56= Conversão alimentar de 1 a 56 dias de idade; CMRD1-70= Consumo de ração médio diário de 1 a 70 dias de idade; GPMD1-70= Ganho em peso diário de 1 a 70 dias de idade; CA1-70= Conversão alimentar de 1 a 70 dias de idade; CMRD1-84= Consumo médio de ração diário de 1 a 84 dias de idade; GPMD1-84= Ganho de peso diário de 1 a 84 dias de idade; CA1-84= Conversão alimentar de 1 a 84 dias de idade; PNASC= Peso ao nascimento; P28= Peso aos 28 dias de idade; P56= Peso aos 56 dias de idade; P70= Peso aos 70 dias de idade; P84= Peso aos 84 dias de idade.

A partir do coeficiente canônico 2 (Can2) não se eliminou nenhuma variável, uma vez que a característica GPMD1-84 já havia sido eliminada anteriormente.

A partir das análises considerando apenas as características não descartadas, foi observada diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre os genótipos pelo teste de Roy, para as características GPMD1-56 e GPMD1-70 (Tabela 3), podendo ser notado que os genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram o pior desempenho, já o Colorpak obteve o melhor

desempenho nas respectivas características. Segundo Pértile (2011), as características GPMD1-56 e GPMD1-70 são relevantes no momento da seleção das aves, pois apresentam herdabilidade de moderada a alta.

Tabela 3 – Média das características não descartadas para os sete genótipos de frangos tipo caipira

Característica	Genótipo						
	CBC	CG	CPK	GNG	PS	PP	TRC
CMRD1-28	43,76 ^a	57,32 ^a	60,43 ^a	48,45 ^a	56,47 ^a	56,10 ^a	56,39 ^a
CA1-28	2,06 ^a	1,75 ^a	1,79 ^a	2,09 ^a	1,77 ^a	1,81 ^a	1,75 ^a
CMRD1-56	72,73 ^a	101,38 ^a	114,96 ^a	68,43 ^a	105,18 ^a	98,26 ^a	100,12 ^a
GPMD1-56	32,13 ^b	49,25 ^{ab}	53,88 ^a	34,37 ^{ab}	49,31 ^{ab}	45,79 ^{ab}	47,85 ^{ab}
CA1-56	2,26 ^a	2,05 ^a	2,13 ^a	1,99 ^a	2,13 ^a	2,14 ^a	2,09 ^a
CMRD1-70	83,47 ^a	112,69 ^a	132,07 ^a	81,77 ^a	116,69 ^a	110,17 ^a	111,83 ^a
GPMD1-70	33,30 ^b	46,66 ^{ab}	51,51 ^a	34,56 ^b	47,26 ^{ab}	43,66 ^{ab}	46,32 ^{ab}
CA1-70	2,50 ^a	2,41 ^a	2,56 ^a	2,36 ^a	2,47 ^a	2,52 ^a	2,41 ^a
CMRD1-84	96,30 ^a	126,44 ^a	145,04 ^a	95,36 ^a	129,69 ^a	122,20 ^a	124,71 ^a
CA1-84	2,81 ^a	2,78 ^a	2,91 ^a	2,70 ^a	2,81 ^a	2,85 ^a	2,71 ^a
PNASC	38,31 ^a	33,55 ^a	40,12 ^a	39,69 ^a	33,91 ^a	41,31 ^a	40,86 ^a
P70	2370,0 ^a	3300,0 ^a	3646,0 ^a	2459,0 ^a	3342,0 ^a	3098,0 ^a	3284,0 ^a
P84	2911,0 ^a	3851,0 ^a	4227,0 ^a	3003,0 ^a	3915,0 ^a	3639,0 ^a	3912,0 ^a

CMRD1-28= Consumo de ração médio diário de 1 a 28 dias de idade; CA1-28= Conversão alimentar de 1 a 28 dias de idade; CMRD1-56= Consumo de ração médio diário de 1 a 56 dias de idade; GPMD1-56= Ganho em peso diário de 1 a 56 dias de idade; CA1-56= Conversão alimentar de 1 a 56 dias de idade; CMRD1-70= Consumo de ração médio diário de 1 a 70 dias de idade; GPMD1-70= Ganho em peso diário de 1 a 70 dias de idade; CA1-70= Conversão alimentar de 1 a 70 dias de idade; CMRD1-84= Consumo médio de ração diário de 1 a 84 dias de idade; CA1-84= Conversão alimentar de 1 a 84 dias de idade; PNASC= Peso ao nascimento; P70= Peso aos 70 dias de idade; P84= Peso aos 84 dias de idade.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Roy a 1% de probabilidade.

Há diferença ($P \leq 0,01$) no desempenho entre os genótipos avaliados pelo teste de Roy, aplicado à função discriminante de Fischer - FDF (Tabela 4). O genótipo Colorpak apresentou maior média, não diferindo estatisticamente do Pesadão Vermelho, Pescoço Pelado e Carijó, já os genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram as menores médias. O desempenho de cada genótipo para cada característica estudada é explicada pelo teste do maior autovalor de Roy. Neste trabalho, as informações obtidas foram empregadas para comparação entre genótipos, mas também são aplicadas na avaliação entre linhagens de uma mesma raça nos rebanhos núcleos, como nos estudos de Viana et al. (2000) e Carneiro et al. (2002), quando as informações alcançadas foram aproveitadas em conjunto com outras informações para descarte e, ou seleção de linhagens. Pela FDF ou primeira variável canônica, consegue-se ter uma visão aproximada do comportamento geral do genótipo considerando-se todas as características agrupadas em um único índice, o escore da FDF.

Tabela 4 – Escores e diferença mínima significativa (DMS) para os sete genótipos, com base na função discriminante de Fischer (FDF), pelo teste de Roy

Genótipo	Escores da FDF
Colorpak	0,398 ^a
Pesadão Vermelho	0,337 ^{ab}
Pescoço Pelado	0,285 ^{ab}
Carijó	0,253 ^{ab}
Tricolor	0,244 ^b
Gigante Negro	0,009 ^c
Caboclo	-0,055 ^c
DMS	0,153

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Roy, a 1% de probabilidade.

A técnica de variáveis canônicas é, geralmente, considerada eficiente quando a maior parte da variação entre as características pode ser explicada nos três primeiros componentes principais, uma vez que a transformação na nova escala, conserva toda a variabilidade explicada pelas variáveis na escala original, resultando em variáveis não correlacionadas.

As duas primeiras variáveis canônicas explicaram 97,41% da variação observada (Tabela 5) e, portanto, foram utilizadas para gerar as duas médias canônicas utilizadas na representação bidimensional (Figura 1), a partir da qual se podem visualizar as distâncias gráficas que representam as similaridades e dissimilaridades entre os genótipos.

Tabela 5 – Variáveis canônicas, autovalores e percentagens da variância obtidas da análise das características para os sete genótipos de frangos tipo caipira

Variável Canônica (VCi)	Autovalor	Variância (%)	Variância Acumulada (%)
VC1	283,18	87,82	87,82
VC2	30,91	9,59	97,41
VC3	4,73	1,47	98,88
VC4	2,69	0,83	99,71
VC5	0,56	0,18	99,89
VC6	0,36	0,11	100,00

A partir das duas primeiras médias canônicas, MC1 e MC2, (Tabela 6) utilizadas para a dispersão gráfica (Figura 1), verificaram-se grandes diferenças numéricas entre as mesmas, e que estas diferenças são maiores na MC1 e menores na MC2, devido ao fato de a VC1, diretamente relacionada à MC1, reter a maior proporção da variação dos dados, 87,82% (Tabela 5). As diferenças são tão grandes que os genótipos Caboclo e Gigante Negro apresentaram a MC1 com valor negativo, e, portanto, média em sentido oposto ao dos outros

genótipos, o que evidencia que esses genótipos são muito diferentes geneticamente dos demais e próximos do frango caipira, que pode ser comprovado pelo seu desempenho muito inferior aos demais.

Com relação à segunda média canônica (MC2), os resultados já foram menos discrepantes, fato este justificado pelo percentual da variância total explicado pela VC2 (Tabela 5).

Tabela 6 – Médias canônicas para os sete genótipos de frangos tipo caipira

Genótipo	Média Canônica 1 (MC1)	Média Canônica 2 (MC2)
Caboclo	-24,78	0,52
Carijó	4,04	-7,64
Colorpak	17,48	1,97
Gigante Negro	-18,73	2,88
Pesadão Vermelho	6,95	4,95
Pescoço Pelado	11,88	4,27
Tricolor	3,13	-6,97

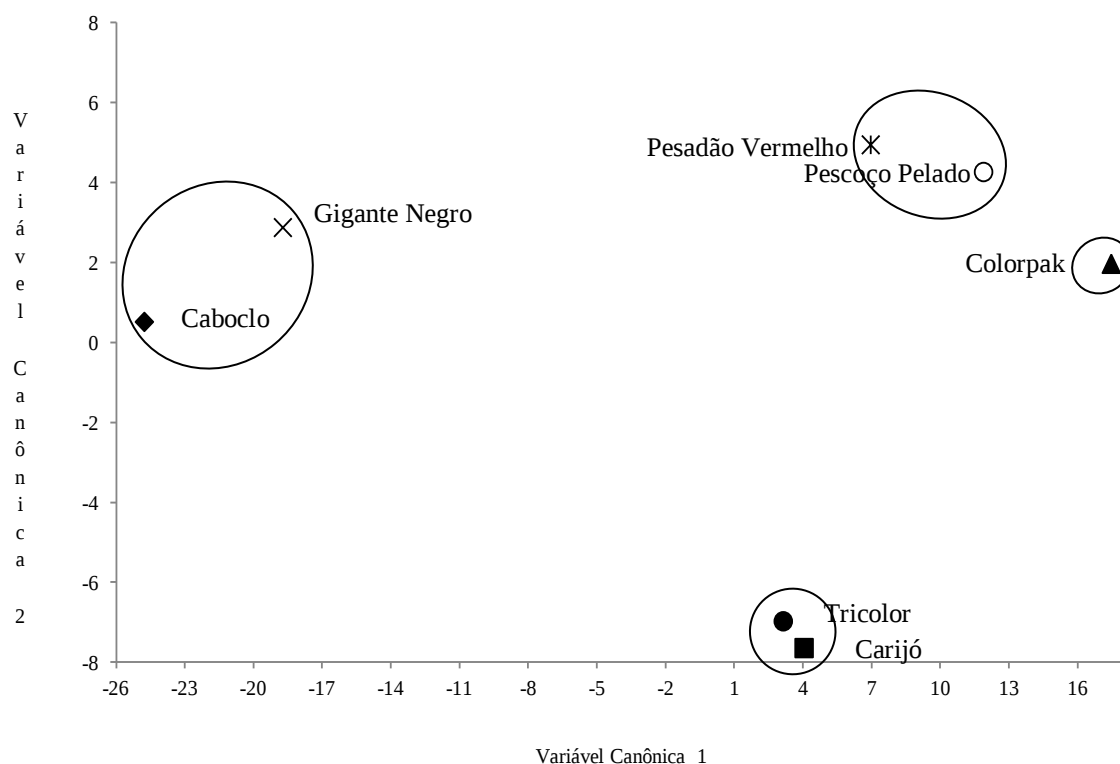


Figura 1 – Dispersão gráfica dos sete genótipos com relação às duas primeiras médias canônicas.

Os sete genótipos também foram agrupados pelo método de otimização de Tocher, resultando na formação de quatro grupamentos genéticos, representados pelos círculos na Figura 1, que representam a similaridade genética dentro do grupo e a divergência genética entre os grupos. Os genótipos Pesadão Vermelho e Pescoço Pelado foram agrupados num mesmo conjunto, o mesmo pôde ser observado para o Carijó e Tricolor; Caboclo e Gigante Negro; e, o genótipo Colorpak formou um grupo sem mais nenhum outro genótipo, evidenciando a distância genética das aves Colorpak em relação aos demais genótipos avaliados. O fato dos genótipos Caboclo e Gigante Negro terem ficado sozinhos em um único grupo pode ser explicado pelo fato de serem aves de crescimento lento e mais leves, estando mais próximos geneticamente do frango caipira, e em contrapartida, o Colorpak que formou um único grupo estar mais próximo do frango de corte convencional.

Outros estudos de agrupamento entre genótipos foram realizados por Pires et al. (2002) com suínos, Yamaki et al. (2008) com matrizes de frangos de corte, Machado et al. (2010) e Ferreira (2011) com caprinos.

Conclusões

De maneira geral as aves do genótipo Colorpak apresentaram melhor desempenho, enquanto as Caboclo e Gigante Negro obtiveram os piores desempenhos.

A divergência genética entre os genótipos avaliados permitiu a formação de quatro grupos com os seguintes genótipos: grupo 1 - Colorpak, grupo 2 - Pesadão Vermelho e Pescoço Pelado, grupo 3 - Carijó e Tricolor, e grupo 4 - Caboclo e Gigante Negro.

Agradecimento

Os autores agradecem o aporte financeiro e apoio recebidos da Avifran, CAPES, CNPq, Fapemig e Globoaves.

Referências Bibliográficas

CARNEIRO, P.L.S.; FONSECA, R; PIRES, A.V. et al. Estudo da divergência genética entre linhagens de matrizes de frangos de corte por meio de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.1, p.75-83, 2002.

CRUZ, C.D.; REGAZZI A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ed., Viçosa, MG: UFV, 1997. 390p.

FERREIRA, T.A. **Características morfológicas e de tipo, divergência e avaliação genética de caprinos leiteiros registrados no Brasil de 1976 a 2009**. 2011. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.

FONSECA, R.; PIRES, A. V.; LOPES, P. S. et al. Estudo da divergência genética entre raças suínas utilizando técnicas de análise multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.4, p.403- 409, 2000.

FRANCI, O.; PULGLIESE, C.; BOZZI, R. et al. The use of multivariate analysis for evaluating relationships among fat depots in heavy pigs of different genotypes. **Meat Science**, v.58, n.3, p.259-266, 2001.

HARRIS, R.J. 1975. **A primer of multivariate statistics**. New York: Academic Press, 332p.

MACHADO, T.M.M.; PIRES, L.C; ARAUJO, A.M. et al. Diversidade biométrica entre populações caprinas no Brasil e no Marrocos. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010. (CD-ROM).

MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; SANTOS, F.R. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.

MORRISON, D.F. 1967. **Multivariate statistical methods**. New York: McGraw- Hill, 338p.

NAGIB NASCIMENTO, D.C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009.

NAGIB NASCIMENTO, D.C.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Exigências de metionina + cistina digestível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.869-878, 2009.

PÉRTILE, S.F.N. **Parâmetros genéticos para defeitos de pernas, características de desempenho e carcaça em frangos de corte**. 2011. 92p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz, Piracicaba.

PIASSI, M.; SILVA M.A.; REGAZZI, A.J. et al. Avaliação de diferentes grupos genéticos de aves de postura, usando-se análise de variância multivariada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.453- 460, 1995a.

PIASSI, M.; SILVA, M.A.; REGAZZI, R.J. et al. Estudo da divergência genética entre oito grupos de aves de postura por meio de técnicas de análise multivariada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.5, p.715-727, 1995b.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; NAGIB NASCIMENTO, D.C. et al. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.361-369, 2011.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C. et al. Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas sob semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.231-238, 2011.

PIRES, A.V.; FONSECA, R.; COBUCI, J.A. et al. Estudo da divergência genética entre as raças suínas Duroc, Landrace e Large White, utilizando técnicas de análise multivariada. **Archivos Latinoamericano de Producción Animal**, v.10, n.2, p.81-85, 2002.

RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York, John Wiley & Sons, 390p, 1952.

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**: notas de aula. Viçosa: UFV, 2002.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais - Tabelas Brasileiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 141p.

SAKAGUTI, E.S.; SILVA, M.A.; REGAZZI, A.J. et al. Avaliação dos testes da análise de variância multivariada em experimentos com dados desbalanceados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.3, p.437-448, 1996.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS – SAS. **User's guide**: Version 9.1, Cary: 2002. v.2, 1052p.

VIANA, C.F.A.; SILVA M.A.; PIRES A.V. et al. Estudo da Divergência Genética entre Quatro Linhagens de Matrizes de Frangos de Corte Utilizando Técnicas de Análise Multivariada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1074-1081, 2000.

YAMAKI, M.; MENEZES, G.R.O.; TEIXEIRA, R.B. et al. Divergência genética entre linhagens de matrizes de corte por meio de análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.829-833. 2008.