



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**GLEISSA MAYONE SILVA VOGADO**

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PESO CORPORAL E CARACTERÍSTICAS  
REPRODUTIVAS EM CODORNAS DE CORTE**

**FORTALEZA**

**2022**

GLEISSA MAYONE SILVA VOGADO

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PESO CORPORAL E CARACTERÍSTICAS  
REPRODUTIVAS EM CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

V866p Vogado, Gleissa Mayone Silva.  
Parâmetros genéticos para peso corporal e características reprodutivas em codornas de corte / Gleissa Mayone Silva Vogado. – 2022.  
53 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.

Coorientação: Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva.

1. Maturidade sexual; Correlação genética; Reprodução; Fertilidade. I. Título.

CDD 636.08

---

GLEISSA MAYONE SILVA VOGADO

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PESO CORPORAL E CARACTERÍSTICAS  
REPRODUTIVAS EM CODORNAS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovada em: 29/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Jeferson Corrêa Ribeiro  
(Instituto Federal Goiano)

---

Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, meu maior mestre, pela força concedida diariamente, para que eu persistisse e fosse fiel até o fim.

Aos meus pais Alzinete Pereira da Silva e Edivan Vogado de Sousa, pelas incansáveis palavras de apoio: “vai dar tudo certo!”. Pelo amor incondicional em todas as etapas da minha carreira, principalmente nas mais difíceis.

Às minhas irmãs Dalila, Kalene, Luana, Laís e Melila, meus melhores exemplos de garra e incentivo.

Ao meu amado filho Bernard, que me acompanha desde muito pequeno nesta trajetória, e que sempre foi minha melhor inspiração para seguir adiante, sendo meu alento naqueles dias de maior dificuldade.

Ao meu querido e amado esposo Wéverton Lima, pela força, não só emocional, mas também física, pela paciência, espera diária e por todas as vezes que contribui para que o meu trabalho de campo não parasse.

Aos meus sogros, cunhados, sobrinhos, colegas de turma, que de uma forma ou outra, contribuíram para que o meu objetivo fosse alcançado.

Ao meu professor tão paciente, Luciano Pinheiro, que tanto foi compreensivo e sempre esteve de prontidão para ajudar e tirar as minhas dúvidas quando precisei.

Ao meu orientador Pedro Henrique Watanabe, pela orientação.

À Universidade Federal do Ceará pelo apoio à execução deste trabalho e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos

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

“Eu não sei mudar a sua genética, mas o universo é um imenso e infinito campo de possibilidades, pede a ele e receberás muito mais!”.

(ANDRADE, 2003, p. 16)

## RESUMO

A produção de codornas no Brasil apresenta um crescimento significativo em sua produção, sendo predominantemente voltada para produção de ovos, sendo a codorna japonesa a espécie mais difundida no país. A alta produtividade, rápida taxa de crescimento, maturidade sexual precoce, rápido retorno financeiro e o baixo investimento inicial, bem como o mercado consumidor, tornam a coturnicultura de corte uma atividade altamente promissora no país. Sabe-se que características produtivas e reprodutivas se correlacionam geneticamente de maneira oposta para variáveis de interesse econômico em populações de interesse zootécnico. Por isso, a seleção das codornas para dupla aptidão deve ser estabelecida de maneira a atender a finalidade do sistema de produção. A correlação genética entre duas características é a correlação entre os efeitos dos genes que as influenciam. Esta correlação pode ser positiva, quando ambas as características se desenvolvem no mesmo sentido, aumentando ou diminuindo seus valores; ou negativa, quando as características tomarem sentidos opostos. No início da puberdade, o testículo nas aves passa por profundas modificações durante a espermatogênese e estas são muito semelhantes entre as espécies. Uma alta e significativa correlação entre o peso testicular e os níveis de testosterona e de índice glandular para a glândula cloacal em codornas japonesas foram relatados por alguns autores. Dessa forma, o peso testicular pode ser considerado um indicativo de fertilidade, uma vez que a redução no peso normalmente está associada à redução na espermatogênese e, portanto, na capacidade reprodutiva das aves, assim como na redução dos níveis de testosterona. Quando os dias necessários para produzir os dez primeiros ovos são incluídos como critério de seleção, o mérito total das características de produção e crescimento de ovos foi melhorado e apresentou correlação genética favorável com características de produção em codornas japonesas, aumentando a rentabilidade de tais programas de seleção.

**Palavras-chave:** maturidade sexual; correlação genética; reprodução; fertilidade.

## ABSTRACT

Quail production in Brazil shows a significant growth in its production, being predominantly focused on egg production, with the Japanese quail being the most widespread species in the country. The high productivity, rapid growth rate, early sexual maturity, rapid financial return and low initial investment, as well as the consumer market, make beef quail farming a highly promising activity in the country. It is known that productive and reproductive traits are genetically correlated in opposite ways for variables of economic interest in populations of zootechnical interest. Therefore, the selection of quails for dual purpose must be established in order to meet the purpose of the production system. The genetic correlation between two traits is the correlation between the effects of the genes that influence them. This correlation can be positive, when both characteristics develop in the same direction, increasing or decreasing their values; or negative, when the characteristics take opposite directions. At the beginning of puberty, the testis in birds undergoes profound changes during spermatogenesis and these are very similar between species. A high and significant correlation between testicular weight and testosterone and glandular index levels for the cloacal gland in Japanese quails has been reported by some authors. Thus, testicular weight can be considered an indicator of fertility, since weight reduction is usually associated with a reduction in spermatogenesis and, therefore, in the reproductive capacity of birds, as well as a reduction in testosterone levels. Producing the first ten eggs are included as selection criteria, the total merit of egg production and growth traits was improved and showed favorable genetic correlation with production traits in Japanese quails, increasing the profitability of such selection programs.

**Keywords:** sexual maturity; genetic correlation; reproduction; fertility.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Testículos direito e esquerdo aderido à parede dorsal do corpo do animal.....50

Figura 2 - Ovários localizados na porção ventral da cloaca de codornas de corte.....51

Figura 3 - Altura e largura do testículo direito mensurando com um paquímetro digital...52

Figura 4 - Altura e largura do ovário mensurando com um paquímetro digital.....53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Estatística descritiva das características observadas em codornas de corte.....	36
Tabela 2 -	Estimativas das herdabilidades ( $h^2$ ) na diagonal principal e sublinhado, correlações genéticas ( $r_{g_{x,y}}$ ) acima da diagonal, e intervalos de credibilidade (IC) entre parênteses e itálico, para análise multicaracterística em codornas de corte.....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CAPITULO 1. CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E FATORES GENÉTICOS LIGADOS AO DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO DE CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
<i>1.2.1</i>	<i>Fisiologia da reprodução de aves: anatomia das codornas.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Hormônios ligados ao desenvolvimento sexual.....</i>	<i>13</i>
<i>1.2.3</i>	<i>Relações entre características reprodutivas.....</i>	<i>16</i>
<b>2</b>	<b>CAPITULO 2. ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE SELEÇÃO FENOTÍPICA E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS EM CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
<i>2.2.1</i>	<i>Localização do experimento.....</i>	<i>32</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Coleta de informações.....</i>	<i>32</i>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE A - OVÁRIOS LOCALIZADOS NA PORÇÃO VENTRAL DA CLOACA DE CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>50</b>
	<b>APÊNDICE B - OVÁRIOS LOCALIZADOS NA PORÇÃO VENTRAL DA CLOACA DE CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>51</b>
	<b>APÊNDICE C - ALTURA E LARGURA DO TESTÍCULO DIREITO MENSURANDO COM UM PAQUÍMETRO DIGITAL.....</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE D - ALTURA E LARGURA DO OVÁRIO MENSURADOS COM UM PAQUÍMETRO DIGITAL.....</b>	<b>53</b>

## **CAPÍTULO 1**

### **CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS E FATORES GENÉTICOS LIGADOS AO DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO DE CODORNAS DE CORTE**

## 1.1 INTRODUÇÃO

A produção de codornas de corte e postura tem se desenvolvido de forma expressiva, sendo uma boa alternativa para obtenção de produtos com alto valor nutricional para a população e consolida-se cada vez mais, como uma opção econômica satisfatória, em virtude do crescimento do mercado consumidor tanto para ovos como para carne, e a expansão desta cultura em função dos avanços com a sanidade, nutrição e melhoramento animal (MORI et al., 2005).

As codornas são originárias do norte da África, Europa e da Ásia, pertencendo à Família dos Fasianídeos (*Phasianidae*) e da Subfamília dos *Perdicionidae*, juntamente com as galinhas e perdizes, respectivamente (PINTO et al., 2002).

Na região do extremo oriente, iniciou-se a domesticação das codornas obtendo-se como resultado, *Coturnix japonica* ou codorna japonesa. Estudos e cruzamentos visando a produção de carne e ovos iniciaram a partir de 1910 (REIS, 1980; LEAL JUNIOR, 2006; BERTECHINI, 2010).

No Brasil, as codornas foram introduzidas em 1959 (ALMEIDA et al., 2013) e tem apresentado um desenvolvimento acentuado nos últimos anos, e mesmo sendo uma atividade, tida como de “fundo de quintal” e de subsistência, passou a ser considerada altamente tecnicizada, com resultados promissores aos produtores. Ademais, a coturnicultura brasileira é predominantemente voltada para produção de ovos, sendo a codorna japonesa a espécie mais difundida no país. Entretanto, a carne de codorna é considerada uma iguaria e ainda não muito conhecida pela população (REIS, 2011). Mostra-se uma excelente estratégia para a segurança e sustentabilidade alimentar de regiões sem muitos recursos naturais, já que esses animais produzem ovos precocemente, iniciando a postura por volta dos 40 dias de idade (JORDÃO FILHO, 2008; SILVA, COSTA, 2009).

A alta produtividade, rápida taxa de crescimento, maturidade sexual precoce, rápido retorno financeiro e o baixo investimento inicial, bem como o mercado consumidor, que a cada dia procura por carne de qualidade diferenciada, e que tenha um atributo de valor diferenciado, tornam a coturnicultura de corte uma atividade altamente promissora no país (SILVA et al., 2009).

A codorna além de, produzir ovos e carcaça de excelente qualidade e valor nutricional, também tem como finalidade a venda dos animais ou até mesmo o uso do esterco como adubo na agricultura, apresenta fácil manejo e baixo custo inicial para implantação, o que a torna uma prática ainda mais rentável e aconselhável. Dentro deste contexto, a coturnicultura destaca-se

cada vez mais, com números crescentes e se concretizando no cenário nacional, o que leva à demanda por material genético de qualidade (MEDEIROS, 2014).

Sabe-se que características produtivas e reprodutivas se correlacionam geneticamente de maneira oposta para variáveis de interesse econômico em populações de interesse zootécnico. Por isso, a seleção das codornas para dupla aptidão deve ser estabelecida de maneira a atender a finalidade do sistema de produção. A seleção na coturnicultura de corte na maioria das vezes é baseada no peso corporal das codornas, pois esta característica é de fácil mensuração. Já a seleção para postura é baseada na qualidade e na produção de ovos, como idade a primeira postura, quantidade de ovos produzidos por semana e pelo ciclo de vida da ave, entre outras (SILVEIRA, 2018).

## **1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.2.1 FISIOLOGIA DA REPRODUÇÃO DE AVES: ANATOMIA DAS CODORNAS**

O sistema reprodutor das aves é morfológicamente semelhante entre as espécies domésticas e selvagens, apesar de existir uma ampla variedade de hábitos reprodutivos e adaptações comportamentais e morfológicas, principalmente entre as espécies silvestres (Johnson, 2006). O ciclo reprodutivo das aves está diretamente ligado a fatores ambientais e manejo. Fatores como luminosidade, temperatura e higiene, combinados com uma alimentação balanceada, são essenciais para a reprodução, bem como para todo o ciclo das aves.

Na maioria das espécies avícolas, os indivíduos machos não apresentam órgão copulador, enquanto algumas poucas espécies apresentam um falo rudimentar. Os machos apresentam dois testículos, sendo o testículo esquerdo maior do que o testículo direito, dos quais saem os canais deferentes, que terminam na cloaca. As glândulas genitais acessórias estão ausentes. A transferência dos espermatozoides do macho para o corpo da fêmea se dá através da justaposição das cloacas que ocorre durante a cópula.

Geralmente, as fêmeas possuem o ovário e o oviduto direito atrofiados, sendo que essas estruturas aumentam de tamanho apenas durante a época de reprodução. O fato de essas estruturas estarem atrofiadas de um lado e aumentarem de tamanho somente na época de reprodução é uma adaptação ao voo.

Araújo et al. (2017), citam fatores relacionados a qualidade imunológica de pintainhos de codornas, como a idade da matriz, período de armazenamento e temperatura de armazenamento melhoramento genético, nutrição, manejo sanitário, incubação artificial e o controle da temperatura ambiente são fundamentais para o desenvolvimento do setor de

coturnicultura. Dentre esses fatores, a temperatura ambiente do local de criação, é considerada como o principal fator de estresse, e consequentemente responsável pelo sucesso ou fracasso de uma empresa avícola (Sousa et al. 2014).

### ***Reprodução***

A atividade reprodutiva das aves é uma consequência da relação de estímulos externos ambientais como fotoperíodo, temperatura, disponibilidade de alimentos, comportamentais, estresse, presença do parceiro, bem-estar e por mecanismos neuroendócrinos (SOBREIRA et al., 2011). De acordo com Johnson (2006), o fotoperiodismo é considerado um fator ambiental importante na reprodução das aves, responsável por conciliar as estações reprodutivas com a época ótima do ano para a sobrevivência da prole.

### ***Acasalamento***

A capacidade de acasalamento tanto em galos quanto em machos de codornas envolve a sincronização de padrões de estímulo-resposta, que evoluiu para garantir a transferência bem-sucedida de sêmen do macho para a fêmea. Os espermatozoides apresentam prolongada sobrevivência no oviduto das aves, o que possibilita a postura de ovos galados por período maior (MELLO, 2000).

A idade das fêmeas e machos são, em média, 42 e 48 dias de idade, respectivamente, para o acasalamento, sendo que a fertilidade é mantida por volta de 6 meses após início. O sistema de acasalamento comumente utilizado, é a proporção de um macho para cada duas ou três fêmeas, pois propicia maiores índices de eclosão e fertilidade dos ovos, para incubação (LIMA et al; 2008). Fabichak (2004) descreve um bom acasalamento com as seguintes características: os machos devem ter órgãos genitais bem desenvolvidos, devem ser espertos, não serem agressivos e cantarem de forma contínua.

## **1.2.2 HORMÔNIOS LIGADOS AO DESENVOLVIMENTO SEXUAL**

Em aves, o desenvolvimento embrionário ocorre fora do corpo da fêmea, sendo então classificadas como ovovivíparas. A diferenciação morfológica das gônadas nas aves é regulada pelos níveis séricos de estrógenos, iniciando nas codornas no quinto dia do desenvolvimento embrionário (MATTSSON e BRUNSTRÖM, 2017), sendo que o eixo hormonal responsável

por todo metabolismo reprodutivo da ave, hipotálamo-hipófise-gônadas, está completamente desenvolvido aos 13 dias de incubação (RUTZ et al., 2007).

Na maioria das aves, as características sexuais secundárias (crista, barbela e plumagem) têm sido usadas como indicadores externos do sexo e determinam a maturidade sexual (BISWAS et al., 2010). Os sinais da puberdade em codornas macho, é uma espuma formada pela glândula cloacal, e o primeiro ovo produzido para as fêmeas.

### ***Machos***

Os fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs) mantêm o crescimento e a diferenciação da maioria dos tipos de células através do controle endócrino, autócrino e parácrino. Eles desempenham um papel crucial na reprodução aviária, pois aceleram a síntese de hormônios esteroides gonadais dependentes da dose, proliferação celular, seleção e inibição do apoptose folicular pela inibição da formação de oligonucleossomos (Johnson et al., 2001).

A sinalização do IGF-I está altamente envolvida na regulação do número final de células de Sertoli durante o período pré-púbere (PITETTI et al., 2013). Ainda na diferenciação de espermatogônias e células de Leydig (YOON e ROSER, 2010), regulação da síntese de DNA espermatogonial (WANG et al., 2014) e um aumento direto/indireto da produção de testosterona em células de Leydig (YOON e ROSER, 2010). Portanto, o sistema IGF afeta significativamente o desenvolvimento e as funções dos órgãos reprodutivos (FU et al., 2001).

As mudanças de tamanho das gônadas associadas à puberdade são decorrentes do aumento da produção de hormônios esteroides (RUIZ-CORTÉS, 2012). O aumento do nível de testosterona é um dos os primeiros e importantes sinais da puberdade no macho. Além disso, o tamanho da glândula cloacal e a produção de espuma são dependentes de andrógenos e altamente correlacionados positivamente com o tamanho dos testículos, bem como com a atividade sexual em codornas japonesas pré-púberes (Sachs, 1967). A este respeito, tem sido relatado que o tamanho da glândula cloacal é um bom marcador de desenvolvimento gonadal em codornas machos (BALL E BALTHAZART, 2010). Pode ser observado que a nutrição e tipo de dieta pode interferir na maturidade sexual de codornas machos, aumentando a expressão de mRNA de IGF-I e IGF-IR no testículo de codornas japonesa e apresentar maior índice de área de glândula cloacal (KHOOBBAKHT et al., 2020).

O IGF desempenha uma ação autócrina e/ou parácrina no testículo (FU et al., 2001; YOON e ROSER, 2010). A sinalização do IGF-I está altamente envolvida na regulação da função e número final de células de Sertoli durante o período pré-puberal, que tem um papel crucial na futura fertilidade masculina (PITETTI et al., 2013).

Alguns fatores ligados a nutrição podem afetar a expressão gênica da família IGF por meio de fatores de transcrição (JACKSON et al., 2008). A deficiência de zinco afeta os sistemas de sinalização da membrana e os segundos mensageiros intracelulares que coordenam a proliferação celular em resposta ao IGF-I (MACDONALD, 2000). Foi relatado que os testículos de camundongos nulos de IGF-I foram reduzidos em tamanho. Além disso, verificou-se que eles possuíam um número menor de células de Leydig. De acordo com este estudo, as concentrações plasmáticas de testosterona foram menores do que as observadas em camundongos selvagens (GRIFFETH et al., 2014). Os IGFs suportam a espermatogênese por meio da estimulação da síntese de DNA mitótico nos túbulos seminíferos (SÖDER et al., 1992). Portanto, acredita-se que condições nutricionais, como a suplementação da dieta de codornas machos pré-púberes pode melhorar a sinalização celular envolvida no início da puberdade via aumento da expressão do gene da família IGF.

### ***Fêmeas***

Os papéis do sistema IGF no desenvolvimento folicular foram amplamente examinados em mamíferos e aves, e ficou claro que o sistema IGF é o regulador chave para o desenvolvimento e função ovariana (FU et al., 2001). No entanto, pouco se sabe sobre a ação dos genes do sistema IGF no desenvolvimento do oviduto aviário. Apenas um estudo demonstrou a regulação do desenvolvimento da expressão do gene IGF-I no oviduto de codornas (KIDA et al., 1998). O mRNA do IGF-I é produzido mais abundantemente quando o oviduto se desenvolve muito rapidamente, sugerindo que o IGF-I exerce suas ações autócrinas e/ou parácrinas no desenvolvimento desse órgão. Sabe-se que todos esses genes exibiram regulação do desenvolvimento no oviduto de codornas (FU et al., 2001). A expressão de mRNA de IGF-I aumenta abruptamente quando o peso do oviduto excede 0,05 g e diminuiu rapidamente quando o peso do oviduto é superior a 2,88 g. Este perfil de mRNA de IGF-I no oviduto em desenvolvimento é diferente do observado no testículo de codorna (FU et al., 2001).

O rápido crescimento do tamanho do oviduto é causado pela proliferação celular e diferenciação do magno (a parte principal do oviduto), e o desenvolvimento posterior (acima de 2,3 g de peso) é causado pelo acúmulo de produtos de secreção como a ovalbumina (PAGEAUX et al., 1986). Em conjunto, esses resultados sugerem fortemente que o IGF-I desempenha um papel importante na proliferação e diferenciação celular do oviduto de codornas, funcionando como um regulador autócrino e/ou parácrino.

O ovário é importante na reprodução feminina, pois desempenha um papel essencial no desenvolvimento sexual. O desenvolvimento ovariano é mediado principalmente por

hormônios sexuais produzidos pelo eixo reprodutivo (Johnson, 2015). O estradiol é liberado pelo ovário e é importante para regular a diferenciação e o desenvolvimento gonadal, promover o desenvolvimento folicular e estimular a reprodução feminina (ELNAGA e ABD-ELHADY, 2009). O estradiol é sintetizado no ovário pelas principais proteínas e enzimas esteroideogênicas, como a proteína reguladora aguda esteroideogênica (StAR), clivagem da cadeia lateral do citocromo P450 (P450<sub>scc</sub>), 17 $\alpha$ -hidroxilase (Cyp17), 3 $\beta$ -hidroxiesteróide desidrogenase (3 $\beta$ -HSD), 17 $\beta$ -hidroxiesteróide desidrogenase (17 $\beta$ -HSD) e citocromo P450 aromatase (P450<sub>arom</sub>). Além disso, as ações do estrogênio são reguladas por dois tipos diferentes de receptores intracelulares, ER $\alpha$  e ER $\beta$  (Johnson, 1990; Proszkowiec-Węglarz et al., 2005). A supressão da tireoide em galinhas adultas está associada à redução do peso do ovário e da produção de ovos e até mesmo à interrupção da postura (MCNABB, 2007; PEEBLES et al., 1994).

### 1.2.3 RELAÇÕES ENTRE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS

A criação de codornas japonesas apresenta diversas características favoráveis, dentre as quais podemos destacar a taxa de crescimento rápido, maturidade sexual precoce, intervalo de geração curto, tamanho corporal pequeno e taxa significativa de produção de ovos em comparação com outras aves domésticas (OZSOY e AKTAN, 2011; NARINC et al., 2014; MOLINO et al., 2015).

A idade é um fator oposto ao sucesso reprodutivo nas aves. A relação da idade com o decréscimo na reprodução é muito bem estudado em galinhas matrizes, levando em consideração fatores principais como: a redução na produção de ovos (ROBINSON; HARDIN; ROBBLEE, 1990); a provável redução da habilidade de reter espermatozoides nas glândulas da junção útero-vagina, local de estocagem dos espermatozoides (FASENKO; ROBINSON; HARDIN, 1992); involução na habilidade de transportar esses espermatozoides para o local de fertilização e a possível redução no número de receptores para espermatozoides na superfície do oócito (BRAMWELL; MARKS; HOWARTH, 1995).

Analisando um trabalho com codornas, Lopes et al.(2008), obtiveram expressiva variabilidade genética com herdabilidades crescentes ao longo do período de 1 a 42 dias de idade, especialmente a partir dos 14 dias de idade, podendo-se concluir que correlações genéticas entre as diversas idades a seleção já teria sucesso se realizada nas idades mais jovens, exceção ao peso corporal ao nascer e aos sete dias. Isto ocorre, possivelmente, porque na

primeira semana de vida, o ambiente de criação exerce influência muito variada sobre os indivíduos.

Quando os dias necessários para produzir os dez primeiros ovos (DN10) são incluídos como critério de seleção, o mérito total das características de produção e crescimento de ovos foi melhorado e apresentou correlação genética favorável com características de produção em codornas japonesas, aumentando a rentabilidade de tais programas de seleção (Mahmoud et al. 2014, 2015).

Ao analisar reprodutores de codornas de postura (japonesas) dos 70 aos 180 dias, Amoroso et al. (2008) relataram que o peso corporal não diferiu entre as idades e obtiveram uma média de  $144,47 \pm 15,58$ g, peso relativo testicular de 2,08% e o peso testicular, com média de  $3,00 \pm 0,51$ , próximas as encontradas nesse trabalho, que foram de  $3,59 \pm 0,08$  para codornas de corte e  $2,49 \pm 0,05$  para codornas de postura. Clulow e Jones (1982) descreveram que em codornas maduras sexualmente os testículos podem representar cerca de 2,26% do peso vivo dos animais.

Biswas et al. (2007) relataram uma alta e significativa correlação entre o peso testicular e os níveis de testosterona e de índice glandular para a glândula cloacal em codornas japonesas. Dessa forma, o peso testicular pode ser considerado um indicativo de fertilidade, uma vez que a redução no peso normalmente está associada à redução na espermatogênese e, portanto, na capacidade reprodutiva das aves, assim como na redução dos níveis de testosterona.

As aves apresentam uma desigualdade testicular, podendo ser observada nos machos de codornas de corte e de postura. O mais comumente citado em aves, é que o testículo esquerdo seja o maior, mas há exceções e aves com testículos proporcionalmente iguais, assim como espécies com o testículo direito maior (LAKE, 1981; BRISKIE e MONTGOMERIE 2007).

Friedmann (1927) estudou 169 gêneros de aves silvestres e observou que na maioria dos casos os testículos possuíam tamanho semelhante, mas encontrou espécies em que ora o testículo esquerdo, ora o direito, eram maiores. Em galos, o testículo esquerdo é maior do que o direito em 67% dos galos, mas apresentam peso semelhante (Hocking 1992). Também nas aves estudadas por Marvan (1969) o testículo esquerdo era maior em 65,3% dos casos. Sobre este aspecto Möller (1994) propôs que a alta qualidade reprodutiva dos machos estava relacionada com uma maior assimetria, no entanto esta hipótese tem sido desconsiderada em trabalhos posteriores em que a habilidade reprodutiva dos machos não esteve associada a presença ou não da assimetria testicular (BIRKHEAD et al. 1998).

Fisiologicamente, de acordo com Froman et al. (2004), a espermatogênese em aves consiste em um processo complexo de proliferação celular, redução haploide e diferenciação

celular, sendo que a duração estimada da espermatogênese em codornas é de 12,8 dias, tempo o suficiente para que uma espermatogônia se transforme em 32 espermatozoides.

As características do parênquima testicular nas codornas jovens e adultas estudadas foram também descritas por Froman et al. (2004) em outras espécies, com túbulos seminíferos com uma simples camada de célula de sustentação nos imaturos e em aves adultas encontraram-se com formato irregular alinhados por um epitélio germinativo de múltiplas camadas.

Tanaka e Yasuda (1980) realizaram estudos em galos observando as mudanças histológicas causados nos testículos. Os autores observaram que houve redução de células espermáticas e decréscimo no diâmetro dos túbulos seminíferos, assim como uma rápida redução do peso testicular, insinuando assim, a degeneração dos túbulos seminíferos em aves idosas.

Em codornas já analisadas, tanto nas de corte quanto nas de postura, as médias de altura do epitélio germinativo bem como o diâmetro dos túbulos seminíferos foram semelhantes durante a vida adulta até os 360 dias analisados, não havendo diferença ( $P>0,05$ ), o que pode ser explicado pela constância de 17 horas luz durante a idade adulta, associado ao fato dos machos estarem todo o período com as fêmeas, estimulando a copulação e o comportamento reprodutivo.

Em um estudo com codornas japonesas, Rospigliosi e Figueroa (2003), analisaram os testículos durante as primeiras 8 semanas de vida. Na terceira semana foram descritos espermátócitos primários e espermatogônias nos túbulos seminíferos e com 8 semanas citam que os testículos direito e esquerdo apresentaram comprimento médio de  $5,2\pm 1,3$ mm e  $4,5\pm 1,0$ mm, respectivamente, porém sem espermatozoides nos túbulos seminíferos. Os autores não citaram detalhes da criação das aves, o que pode levar variações a consideráveis no surgimento da puberdade e na maturidade sexual das aves.

No início da puberdade, o testículo nas aves passa por profundas modificações durante a espermatogênese e estas são muito semelhantes entre as espécies. Em galos domésticos, as primeiras 5 semanas, os túbulos começam a se organizar, multiplicando as células da camada basal (espermatogônias) e o início da puberdade é caracterizado pelo rápido aumento dos testículos e compleção dos espermatozoides (JOHNSON, 1986). Em codornas fotoestimuladas, os espermatozoides podem ser detectados aos 26 dias no testículo e aos 30 dias no ducto deferente (OTTINGER e BRINKLEY 1979). Desta forma podem-se considerar as codornas em puberdade quando são observados espermatozoides na luz dos túbulos seminíferos. Nos reprodutores estudados, com programa de luz a partir de 35 dias, isso foi observado nos cortes histológicos aos 55 dias.

### ***Correlações genéticas***

A importância do estudo das correlações está em avaliar o impacto que a seleção para determinada característica pode causar em outra geneticamente relacionada. A correlação genética entre duas características é a correlação entre os efeitos dos genes que as influenciam. Esta correlação pode ser positiva, quando ambas as características se desenvolvem no mesmo sentido, aumentando ou diminuindo seus valores; ou negativa, quando as características tomarem sentidos opostos, neste caso, ocorre o acréscimo de uma e decréscimo da outra. (WINTER, 2005)

De acordo com Winter et al (2006), a característica peso aos sete e aos 28 dias, a correlação genética é moderada e de magnitude superior a 0,45. Quanto ao peso aos 14 dias, o resultado de 0,73 indicou alta correlação genética com o peso aos 28 dias. Entre os P14 e P42, a correlação genética obtida foi de 0,56 e o peso aos 28 dias apresentou alta correlação genética (0,81) com o peso aos 42 dias.

As estimativas descritas por Saatci et al. (2003) para peso aos 7 e 28 dias indicaram altas correlações genéticas (0,82 e 0,94, respectivamente). A relação entre o peso aos 14 dias e peso aos 28 dias encontrada foi 0,90. O peso aos 28 dias e aos 42 dias apresentou valores de correlação genética próximos a 0,81

### ***Herdabilidades***

Alguns trabalhos foram desenvolvidos com intuito de descrever estimativas de herdabilidade para características de desempenho, especialmente para peso corporal de codorna avaliado em diferentes idades.

Avaliando duas linhagens de codornas de corte no período de crescimento, Wenceslau et al. (2007) obtiveram herdabilidades do peso corporal variando de 0,27 a 0,42 para o grupo genético EV1 e de 0,25 a 0,31 para o grupo genético EV2. As estimativas de média a alta magnitude para ambos os grupos genéticos, indicam que as aves podem ser selecionadas em idade inferior a 42 dias e responderão bem à seleção individual.

Bonafé et al. (2007), ao avaliarem duas linhagens de codornas europeias, observaram maiores herdabilidades para peso ao nascer, aos 35 e 42 dias, com valores que variaram de 0,43 a 0,48; concluindo que o número de pesagens poderia ser reduzido na avaliação dos animais e sugerem que a seleção poderia ser realizada aos 35 dias de idade.

Lopes et al.(2008), em seu trabalho com codornas de corte obtiveram expressiva

variabilidade genética com herdabilidades crescentes ao longo do período de 1 a 42 dias de idade, especialmente a partir dos 14 dias de idade, podendo-se concluir que correlações genéticas entre as diversas idades a seleção já teria sucesso se realizada nas idades mais jovens, exceção ao peso corporal ao nascer e aos sete dias. Isto ocorre, possivelmente, porque na primeira semana de vida, o ambiente de criação exerce influência muito variada sobre os indivíduos.

Akbas et al. (2004) utilizaram modelos de regressão aleatória para estimar parâmetros genéticos em codornas de corte e avaliar a trajetória genética do crescimento. As estimativas de herdabilidade encontradas foram 0,007; 0,39; 0,45; 0,58; 0,61; 0,55; e 0,44, para as sete primeiras semanas de vida, sendo a maior herdabilidade (0,61) observada para peso aos 28 dias de idade. Felipe (2010), ao utilizar também modelos de regressão aleatória, em dois grupos genéticos de codornas de corte (EV1 e EV2), encontrou para ambos os grupos genéticos valores de herdabilidade que tenderam a ser mais altos no 35º dia de idade (0,30 e 0,23) em relação ao 21º dia de idade (0,15 e 0,15).

## REFERÊNCIAS

- AKBAS, Y.; TAKMA, C.; YAYLAK, e. **Genetic parameters for quail body weights using a random regression model.** *South African Journal of Animal Science*, v.34, p.104-109, 2004.
- AMOROSO, L.; BARALDI-ARTONI, S. M.; MORAES, V. M. B.; PERECIN, D.; FRANZO, V. S.; AMOROSO, P. **Influência da espermatogênese e dos níveis de testosterona no aspecto reprodutivo de codornas.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 61-66, 2008.
- ALMEIDA, T. J. O., DE ARAÚJO, V. V., DA SILVA, A. V., FERREIRA, R., SILVA, N. D. A. S., SANTANA, M. D., E DE OLIVEIRA, V. P., 2013: **Evolução da produção de codornas para abate e postura no Brasil.** XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX– UFRPE; Recife – PE.
- BERTECHINI, A. G. **Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil.** In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. 2010. Lavras, Minas Gerais.
- ARAÚJO, I.C.S.D.; MESQUITA, M.A.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; PAZ, P.H.S.D.; NOLETO, R.A.; LEANDRO, N.S.M. **Effect of breeder age and storage conditions of Japanese quail eggs on hatchability, quail neonate quality, and Bursa of Fabricius characteristics.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.46, n.9, p.731-739, 2017.
- BERTO, D, A. **Temperatura ambiente e nutrição de codornas japonesas.** 2012. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.
- BISWAS A., RANGANATHA O.S., MOHAN J. & SASTRY K.V.H. 2007. **Relationship of cloacal gland with testes, testosterone and fertility in different lines of male Japanese quail.** *Animal Reproduction Science* 97:94-102.
- BISWAS, A.; RANGANATHA, O.S; MOHAN, J. 2010. **The effect of different foam concentrations on sperm motility in Japanese quail.** *Veterinary Medicine International*, 4pages.
- BRISKIE J.V. & MONTGOMERIE R. 2007. **Testis size, sperm size and sperm competition**, p.513-609. In: Jamieson B.G.M. (Ed.), **Reproductive Biology and Phylogeny of Birds: Phylogeny, morphology, hormones, fertilization.** Vol.6. The University of Queensland.
- BIRKHEAD T.R., FLETCHER F. & PELLATT E.J. 1998. **Testes asymmetry, condition and sexual selection in birds: an experimental test.** *Proc. R. Soc. Lond. B* 265:1185-1189.
- BRAMWELL, R. K.; MARKS, H. L.; HOWART, H. **Quantitative determination of spermatozoa penetration of the perivitelline layer of the hen's ovum as assessed on oviposited eggs.** *Poultry Science*, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1875-1883, 1995.

- BONAFÉ, C.M.; SILVA, F.G.; SILVA, L.P. et al. **Estimação de parâmetros genéticos de codornas de corte visando a redução no número de pesagens**. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3, 2007, Lavras. Anais... Lavras, 2007. p.230.
- BALL, G.F., BALTHAZART, J. **Japanese quail as a model system for studying the neuroendocrine control of reproductive and social behaviors**. *ILAR J.* 51, 310–325. 2010.
- ELNAGA, S.A.; ABD-ELHADY, A.M. **Exogenous estradiol: productive and reproductive performance and physiological profile of Japanese quail hens**. *International Journal Poultry Science*, 8 (2009), pp. 634-641.
- FABICHAK, Irineu. **Codorna Criação Instalação e Manejo**. Editora Livraria Nobel S.A. Ed. 2005.
- FASENKO, G. M.; ROBINSON, F. E.; HARDIN, R. T. **Variability in preincubation embryonic development in domestic fowl**. 2. Effects of duration of egg storage period. *Poultry Science*, Champaign, v. 71, n. 12, p. 2129-2132, 1992.
- FRIEDMANN H. 1927. **Testicular asymmetry and sex ratio in birds**. *Biol. Bull.* 52:197-207.
- FROMAN D.P., KIRBY J.D. & PROUDMAN J.A. 2004. **Reprodução em aves: Macho e fêmea**, p.237-257. In: Hafez B. & Hafez E.S.E. (Eds), *Reprodução Animal*. 7ª ed. Manole, Barueri.
- FURTADO, D. A.; RODRIGUES, L. R.; COSTA, F. G. P.; SILVA, R. C.; OLIVEIRA, D. L. **Efeito do Balanço Eletrolítico nos Parâmetros Fisiológicos de Codornas Japonesas em Produção**. In: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Fortaleza. Anais...Fortaleza: CONBEA 2013.
- FU, Z.; KUBO, T.; NOGUCHI, T.; KATO,H. **Developmental changes in the mRNA levels of IGF-I and its related genes in the reproductive organs of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*)**, *Growth Hormone & IGF Research*, Volume 11, Issue 1, 2001, Pages 24-33, ISSN 1096-6374, <https://doi.org/10.1054/ghir.2000.0186>.
- GRIFFETH, R.J., BIANDA, V., NEF, S. **The emerging role of insulin-like growth factors in testis development and function**. *Basic Clin. Estados Unidos. Androl.* 24, 12. 2014.
- HECK, A., METAYER, S., ONAGBESAN, O.M., WILLIAMS, J. (2003). **mRNA expression of components of the IGF system and of GH and insulin receptors in ovaries of broiler breeder hens fed ad libitum or restricted from 4 to 16 weeks of age**. *Domestic Animal Endocrinology*,25: 287-294.
- JOHNSON, P. A. 2006. **Reprodução de Aves**. p. 691-701. In: Reece, W.O. Dukes. *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- JOHNSON A.L. 1986. **Reproduction in the male**, p.432-451. In: Sturkie P.D. (Ed.), *Avian Physiology*. 4th ed. Springer-Verlag, New York.

JACKSON, K.A., VALENTINE, R.A., CONEYWORTH, L.J., MATHERS, J.C., Ford, D. **Mechanisms of Mammalian Zinc-Regulated Gene Expression**. Portland Press Limited. 2008.

JOHNSON, A L. Chapter 28 - **Reproduction in the Female**. Sturkie's Avian Physiology (Sixth Edition). Pages 635-665. 2015.

JOHNSON, AL. **Steroidogenesis and actions of steroids in the hen ovary**. *Critical Reviews in Poultry Biology*. Vol. 2, pp. 319-346. 1990.

JORDÃO, J.F. **Estimativas das Exigências de Proteína e de Energia para Manutenção, Ganho e Produção de Ovos em Codornas**. 2008. 180f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias José Jordão Filho, UFPB, Areia, 2008.

KIDA S, IWAKI M, NAKAMURA A, et al. **Insulin-like growth factor-I messenger RNA content in the oviduct of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*): changes during growth and development or after estrogen administration**. *Comp Biochem Physiol* 1994; 109C: 191–204.

KHOBBAKHT, Z.; MOHAMMAD ROOSTAEI-ALI MEHR, MEHRDAD MOHAMMADI, FAHIMEH MOHAMMADGHASEMI, MOHAMMAD MEHDI SOHANI, **Supplementation of various zinc sources modify sexual development and testicular IGF family gene expression in pre-pubertal male Japanese quail**, *Research in Veterinary Science*, Volume 130, 2020, Pages 87-92, ISSN 0034-5288.

LAKE, P.E. 1981. Male genital Organs, p.1-61. In: King A.S. & Mclelland J. (Eds), *Form and Function in Birds*. Vol.2. Academic Press, London.

LEAL JUNIOR, A. R.; 2006: **Efeito da densidade populacional e debicagem sobre a área de fibras musculares (Mm. Gastrocnemius e Pectoralis major) de codornas para corte (*Coturnix sp*)**. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de PósGraduação em Ciências Veterinárias, Curitiba.

LIMA, M.E.P et al. **Codornas – Iniciando a criação**. Visçosa, Centro de Produções Técnicas (CTP), 2008.

LOPES, Michelle et al. **Pesos corporais em duas gerações de codornas de corte analisados através de regressão aleatória**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17, ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10, *Anais...* Pelotas-RS: Universidade Federal de Pelotas, 2008.

LULOW, J.; JONES, R. C. **Production, transport, maturation, storage and survival of spermatozoa in the male Japanese quail, *Coturnix coturnix***. *Journal of Reproduction and Fertility*, Cambridge, v. 64, n. 2, p. 259-266, 1982.

MAHMOUD, B. Y. F., G. ABOU KHADIGA, AND E. A. EL-FULL **Direct and correlated responses to short-term index selection for some economic traits of Japanese quail**. *Egyptian Poultry Science* 34:761– 778. 2014.

- MAHMOUD, B. Y. F., G. ABOU KHADIGA, AND E. A. EL-FULL. **Correlated response to selection for some egg performance traits in egg line of Japanese quail.** *Animal Production Science*. 2015. <http://dx.doi.org/10.1071/AN14114>.
- Marvan F. 1969. **Postnatal development of the male genital tract of the *Gallus domesticus*** *Anat. Anz.* 124(4):443-462.
- MACDONALD, R.S., 2000. **The role of zinc in growth and cell proliferation.** *Journal Nutrition* 130, 1500–1508.
- MATTSSON A, BRUNSTRÖM B. Effects of selective and combined activation of estrogen receptor  $\alpha$  and  $\beta$  on reproductive organ development and sexual behaviour in Japanese quail (*Coturnix japonica*). *PLoS One*. 2017 Vol. 12(7):e0180548.
- MCNABB, F.M.A. **The hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) axis in birds and its role in bird development and reproduction (Review)** *Critical Reviews in Toxicology*. Vol. 37, Issue 1-2, Pages 163-193. 2007
- Möller A.P. 1994. **Directional selection on directional asymmetry: Testes size and secondary sexual characters in birds.** *Proc. R. Soc. Lond. B* 258:147-151.
- MEDEIROS, T. T. B. **Desempenho e rendimento de carcaça de codornas de corte originárias de diferentes incubatórios criadas no semiárido Paraibano.** Trabalho de Conclusão de Curso (Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2014.
- MELLO, H.E.S. **Aspectos morfológicos das glândulas hospedeiras de espermatozoides na perdiz, *Rhynchotus rufescens* (Temminck, 1815) (aves, Tinamiformes) nas fases do ciclo reprodutivo.** 2000. 50f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MEHAISEN, G.M.; IBRAHIM, R.M.; DESOKY, A.A.; SAFAA, H.M.; EL-SAYED, O.A.; ABASS, A.O. **The importance of propolis in alleviating the negative physiological effects of heat stress in quail chicks.** *PloS One*, v.12, n.10, e0186907, 2017.
- MOLINO, A. B., E. A. GARCIA, G. C. SANTOS, J. A. VIEIRA FILHO, G. A. A. Baldo, and I. C. L. Almeida Paz. **Photostimulation of Japanese quail.** *Poultry Science*. 94:156–16. 2015.
- MURAKAMI, A. E; ARIKI, J.; 1998: **Produção de codornas japonesas.** Jaboticabal: Funep. 1998. 79p.
- NARINC, D., E. KARAMAN, T. AKSOY, AND M. Z. FIRAT. 2014. **Genetic parameter estimates of growth curve and reproduction traits in Japanese quail.** *Poult. Sci.* 93:24–30.
- OZSOY, A. N., AND S. AKTAN. 2011. **Estimation of genetic parameters for body weight and egg weight traits in Japanese quails.** *Trends in Anim. Vet. Sci.* 2:17–20.

OTTINGER M. & BRINKLEY H.J. 1979. **Testosterone and sex related physical characteristics during the maturation of the male Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*)**. Biol. Reprod. 20: 905-909.

PAGEAUX JF, LAUGIER C, PAL D, D'ALMEIDA MA, SANDOZ D, PACHECO H. **Magnum morphogenesis during the natural development of the quail oviduct: analysis of egg white proteins and progesterone receptor concentration**. Biol Reprod 1986; 35: 657–666.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. de; Muniz, J.C.L. **Panorama da coturnicultura no Brasil**. Revista eletrônica nutritime, Minas Gerais, v. 9, n. 6, p. 2041–2049, Nov./Dez.2012.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. J.; 2002: **Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura**. Revista Brasileira de Zootecnia, 31, 1761-1770.

PEEBLES, E. DAVID AU - MILLER, E.H. AU - BOYLE, CAROLYN R. AU - BRAKE, J.D. AU - LATOUR, MICKEY A. JO. **Effects of Dietary Thiouracil on Thyroid Activity, Egg Production, and Eggshell Quality in Commercial Layers**. Poultry Science Vol. 73, Issue 12, Pages 1829-1837. 1994.

PITETTI, J.-L., CALVEL, P., ZIMMERMANN, C., CONNE, B., PAPAIOANNOU, M.D., AUBRY, F., CEDERROTH, C.R., URNER, F., FUMEL, B., CRAUSAZ, M., 2013. **An essential role for insulin and IGF1 receptors in regulating sertoli cell proliferation, testis size, and FSH action in mice**. Mol. Endocrinol. Vol. 27, Pages 814–827. 2013.

PROSZKOWIEC-WEGLARZ, M., RZASA, J., SŁOMCZYŃSKA, M., PACZOSKA-ELIASIEWICZ, H. **Steroidogenic activity of chicken ovary during pause in egg laying** **Reproductive Biology**, Vol. 5, pp. 205-225. 2015.

ROBINSON, F. E.; HARDIN, R. T.; ROBBLEE, A. R. **Reproductive senescence in domestic fowl: effects on egg production, sequence length, and inter-sequence pause length**. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 31, n. 4, p. 871-879, 1990.

ROSPIGLIOSI J.D. & FIGUEROA E. 2003. **Desarrollo anátomo-histológico del testículo del nacimiento a la madures sexual de la codorniz (*Coturnix coturnix*) variedad japonesa**. Revta Invest. Vet. Perú 14(1):74-78.

RUIZ-CORTES, Z.T., 2012. **Gonadal sex steroids: production, action and interactions in mammals**. In: Steroids-From Physiology to Clinical Medicine. InTech.

Rutz, F.; Anciuti, M. A.; Xavier, E. G.; Roll, V. F. B.; Rossi, P. **Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas**. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 31, n. 3, p. 307-317, 2007.

REIS, J. S. 2011: **Características da carcaça de uma linhagem de codornas de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, UFPel.

SACHS, B.D. **Photoperiodic control of the cloacal gland of the Japanese quail**. Science. 157, 201–203. 1967.

SAATCI, M.; DEWI, I.A.; AKSOY, A.R. **Application of REML procedure to estimate the genetic parameters of weekly liveweights in one-to-one sire and dam pedigree recorded Japanese quails.** *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.120, n.1, p.23-28, 2003.

SILVA, R. M.; FURLAN, A. C.; TON, A. P. S.; MARTINS, E. N.; SCHERER, C.; MURAKAMI, A. E.; 2009: **Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1509-1517.

SILVEIRA, L. A. A; **efeitos correlacionados da seleção para peso ao nascimento sobre a precocidade em duas populações de codornas de corte.** TCC, SÃO JOÃO DEL REI-MG JUNHO DE 2018.

SOUSA, M.S., FERREIRA TINÔCO, I.D.F., BARRETO, S.L.D.T., AMARAL, A.G.D., PIRES, L.C. & FERREIRA, A.S. 2014. **Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade.** *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 15(2), 350-360.

SOBREIRA, R.R. et al. **Fisiologia reprodutiva das aves.** NetSaber - Artigos. 2011. Disponível em:< [http://artigos.netsaber.com.br/resumo\\_artigo\\_56882/artigo\\_sobre\\_fisiologia-reprodutiva-das-aves](http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_56882/artigo_sobre_fisiologia-reprodutiva-das-aves).

SODER, O., BANG, P., WAHAB, A., PARVINEN, M., 1992. **Insulin-like growth factors selectively stimulate spermatogonial, but not meiotic, deoxyribonucleic acid synthesis during rat spermatogenesis.** *Endocrinology*. 131, 2344–2350.

TANAKA S. & YASUDA M. 1980. **Histological changes in the testis of the domestic fowl after adenohipophysectomy.** *Poult. Sci.* 59(7):1538-1545.

TOSCA, L., CHABROLLE, C., CROCHET, S., TESSERAUD, S., DUPONT, J. **IGF-1 receptor signaling pathway and effects of AMPK activation on IGF-1-induced progesterone secretion in hen granulo.** *Vol. 34, Issue 2, February 2008, Pages 204-216. Domestic Animal Endocrinology.* 2008.

WANG, S., WANG, X., WU, Y., HAN, C., 2014. **IGF-1R signaling is essential for the proliferation of cultured mouse spermatogonial stem cells by promoting the G2/M progression of the cell cycle.** *Stem Cells Dev.* 24, 471–483.

WENCESLAU, R.R.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B. et al. **Correlação genética e herdabilidade de pesos vivos de codornas de corte avaliados no períodos de crescimento.** In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3, 2007, Lavras. Anais... Lavras, 2007. p.225.

WINTER, E.M.W. **Estimação de parâmetros genéticos de características de desempenho, carcaça e composição corporal de codornas para corte (Coturnix sp.).** 2005. 91f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

WINTER, E.M.W. **Aplicação do método Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas de corte em várias idades.** *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.4, p.1684-1690, 2006.

YOON, M., ROSER, J., 2010. **Insulin-like growth factor-I (IGF-I) protects cultured equine Leydig cells from undergoing apoptosis.** *Animal Reproduction Science* 122, 353–358.

## **CAPÍTULO 2**

### **ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE SELEÇÃO FENOTÍPICA E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS EM CODORNAS DE CORTE**

## RESUMO

Objetivou-se com este trabalho, avaliar métodos de seleção fenotípica em codornas de corte através de coletas de pesos (em *gramas*) aos 28 dias de vida (P28), anotações das idades ao primeiro ovo (em *dias*) (IPO), verificações da idade da maturidade sexual em machos (em *dias*) (IMSM), mensuração da área de glândula paracloacal em machos (em  $mm^2$ ) (AGPM), determinações quanto ao peso de ovário (em *gramas*) (POVR), e medidas de peso de testículo (em *gramas*) (PTEST). Neste estudo, foram utilizados um total de 287 fêmeas e 159 machos de codorna de corte de duas gerações subsequentes. Herdabilidades ( $h^2$ ), correlações genéticas ( $r_G$ ) e residuais ( $r_R$ ) entre as características foram estimadas usando o programa GIBBS1F90. As estimativas de  $h^2$  (intervalo de credibilidade: IC) foram 0,47 (0,40; 0,52), 0,14 (0,06; 0,29), 0,16 (0,08; 0,25), 0,28 (0,15; 0,41), 0,25 (0,14; 0,40) e 0,36 (0,21; 0,52) para P28, IMSM, AGPM, IPO, POVR e PTEST, respectivamente. Nas estimativas de  $r_G$  (IC) para P28 foram -0,04 (-0,38; 0,28), 0,23 (-0,07; 0,55), 0,05 (-0,18; 0,31), 0,40 (0,11; 0,70) e 0,70 (0,45; 0,89) entre IMSM, AGPM, IPO, POVR e PTEST respectivamente; para IMSM foram -0,52 (-0,86; -0,19), 0,38 (-0,01; 0,79), 0,5 (0,08; 0,92) e 0,07 (-0,37; 0,51) entre AGPM, IPO, POVR e PTEST, respectivamente; para AGPM foi -0,46 (-0,82; -0,05), -0,35 (-0,76; 0,17) e 0,29 (-0,18; 0,66) entre IPO, POVR e PTEST, respectivamente; para IPO foram 0,26 (-0,10; 0,64) e 0,06 (-0,31; 0,59) entre POVR e PTEST, respectivamente; e finalmente para POVR foi de -0,14 (-0,45; 0,20). Para a estimativa de  $r_R$  (IC) para P28 foram 0,11 (-0,09; 0,15), 0,19 (0,06; 0,31), 0,06 (-0,05; 0,20), 0,14 (-0,09; 0,38) e 0,03 (-0,24; 0,28) entre IMSM, AGPM, IPO, POVR e PTEST respectivamente; para IMSM foram -0,14 (-0,24; -0,05) e -0,11 (-0,30; 0,11) entre AGPM e PTEST, respectivamente; para AGPM foi 0,15 (-0,07; 0,33) entre PTEST; e por último IPO foi -0,21 (-0,42; -0,01) entre POVR. Os resultados obtidos para  $h^2$  mostraram dados moderados a baixos para o multicaracterística, indicando uma maior necessidade quanto controle à seleção fenotípica à reprodução animal, visto que a seleção praticada no plantel é a baseada na informação individual. A maior correlação significativa foi entre P28 e PTESTE, denotando que esta correspondência é considerado um indício de fertilidade, uma vez que a redução no peso corporal de codornas de corte normalmente estão em consorte à limitação da produção da espermatogênese, resultando na habilidade reprodutiva destes animais. Assim, a seleção fenotípica tratada de forma intensa para ganho de peso destas aves, ocasionando na depreciação da capacidade da idade reprodutiva das codornas de corte. No entanto, medidas de eficiência reprodutiva são frequentemente de coleta cara ou complexa, necessitando de características simples para seleção de reprodutores.

**Palavras-chaves:** Avaliação genética; *Coturnix coturnix*; Características reprodutivas.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate methods of phenotypic selection in beef quails through weight collection (in grams) at 28 days of life (P28), notes of age at first egg (in days) (IPO), verification of the age of sexual maturity in males (in days) (IMSM), measurements of paracloacal gland area in males (in mm<sup>2</sup>) (AGPM), determinations for ovarian weight (in grams) (POVR), and measurements of testis weight (in grams) (PTEST). In this study, a total of 287 female and 159 male beef quails from two subsequent generations were used. Heritabilities (h<sup>2</sup>), genetic (rG) and residual (rR) correlations between traits were estimated using the GIBBS1F90 program. The estimates of h<sup>2</sup> (credibility interval: CI) were 0.47 (0.40; 0.52), 0.14 (0.06; 0.29), 0.16 (0.08; 0.25), 0.28 (0.15; 0.41), 0.25 (0.14; 0.40) and 0.36 (0.21; 0.52) for P28, IMSM, AGPM, IPO, POVR and PTEST, respectively. In the estimation of rG (CI) for P28 they were -0.04 (-0.38; 0.28), 0.23 (-0.07; 0.55), 0.05 (-0.18; 0.31), 0.40 (0.11; 0.70) and 0.70 (0.45; 0.89) among IMSM, AGPM, IPO, POVR and PTEST respectively; for IMSM were -0.52 (-0.86; -0.19), 0.38 (-0.01; 0.79), 0.5 (0.08; 0.92) and 0.07 (-0.37, 0.51) between AGPM, IPO, POVR and PTEST, respectively; for AGPM it was -0.46 (-0.82; -0.05), -0.35 (-0.76; 0.17) and 0.29 (-0.18; 0.66) between IPO, POVR and PTEST, respectively; for IPO they were 0.26 (-0.10; 0.64) and 0.06 (-0.31; 0.59) between POVR and PTEST, respectively; and finally for POVR it was -0.14 (-0.45; 0.20). For the estimation of rR (CI) for P28 they were 0.11 (-0.09; 0.15), 0.19 (0.06; 0.31), 0.06 (-0.05; 0.20), 0.14 (-0.09; 0.38) and 0.03 (-0.24; 0.28) among IMSM, AGPM, IPO, POVR and PTEST respectively; for IMSM they were -0.14 (-0.24; -0.05) and -0.11 (-0.30; 0.11) between AGPM and PTEST, respectively; for AGPM it was 0.15 (-0.07; 0.33) between PTEST; and finally IPO was -0.21 (-0.42; -0.01) among POVR. The results obtained for h<sup>2</sup> showed moderate to low data for the multitrait, indicating a greater need for control of phenotypic selection in animal reproduction, since the selection practiced in the herd is based on individual information. The highest significant correlation was between P28 and PTESTE, denoting that this correspondence is considered an indication of fertility, since the reduction in body weight of beef quails is normally in consort with the limitation of spermatogenesis production, resulting in the reproductive ability of these animals. . Thus, the phenotypic selection treated intensively for weight gain of these birds, causing the depreciation of the capacity of the reproductive age of the meat quails. However, measures of reproductive efficiency are often expensive or complex to collect, requiring simple traits for sire selection.

**Keywords:** genetic assessment; *Coturnix coturnix*; reproductive characteristics.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Com a população global prevista para alcançar quase 10 bilhões de pessoas até 2050 (UNCTAD, 2021), faz sentido nos perguntarmos como conseguiremos alimentar todo mundo sem causar mais danos ao planeta. Segundo a FAO (2009), de 2000 a 2030, o mundo precisará aumentar em 20% a produção per capita de proteína animal.

Desde 2020 até os dias atuais, a crise no fornecimento de alimentos chegou de forma bastante intensificada para todas as pessoas ao redor do mundo, promovida pela pandemia do COVID-19 e por sanções internacionais impostas à guerra entre os países da Rússia e Ucrânia (SANTANA, 2022).

Para preencher essa falha, no que diz respeito ao aumento no consumo de alimentos de origem animal, as aves alternativas como codornas são utilizadas como fonte de proteína animal (MAURER et al., 2015). O macho apresenta coloração relativamente uniforme e são mais leves em relação às fêmeas, em função do elevado peso do aparelho reprodutivo das fêmeas, podendo configurar 10% do seu peso vivo (MARQUES, 2019).

Em 2020, estimou-se que tanto o efetivo (16,5 milhões de aves) quanto a produção de ovos de codorna (295,9 milhões de dúzias) apresentaram decréscimos, -5,2% e -6,2%, respectivamente (IBGE, 2020). A maior concentração de aves está localizada na região Sudeste, onde esta região no Brasil é responsável por 63,1%. O município de Santa Maria de Jetibá localizado no Estado do Espírito Santo (ES) possui o maior efetivo destas aves. Já o município de Bastos, no Estado de São Paulo (SP) apresenta no ranking brasileiro como segundo maior produtor, (22,5% das aves e 22,7% dos ovos) (IBGE, 2020).

Nos últimos anos a coturnicultura vem se consolidando no Brasil de modo progressivo e intenso na comercialização, tais como: carne, ovos, esterco e *in vivo* (REIS; DIONELLO, 2012). Este interesse zootécnico pode ser alcançado de maneira positiva através de estudos contínuos em melhoramento genético, reprodução, nutrição, manejo, equipamentos e tecnificação de produção massiva de aves de corte (BERTECHINI, 2010).

Para o estabelecimento de programas de melhoramento genético satisfatórios são necessários conhecimentos das estimativas dos parâmetros genéticos (herdabilidade, correlações genéticas, etc.) tanto para as características reprodutivas e/ou produtivas (MAGDA; SHARAF; HEMEDA, 2010).

Ultimamente consumidores de carne de codorna têm procurado por aves de maior tamanho de caraça e as granjas estão conseguindo atender a essa demanda graças à genética, à nutrição e ao manejo adequado (FLORENTINO, 2019; MARQUES, 2019).

A seleção de animais para maior taxa de crescimento, resulta em diminuição no desempenho reprodutivo causado pela correlação genética negativa existente entre essas duas características (SIEGEL; HONAKER; RAUW, 2009). Entretanto, na prática, empresas de genética de aves de corte baseiam-se em programas de seleção com múltiplas características incluindo tanto crescimento como reprodução (SZWACZKOWSKI, 2003).

O desenvolvimento de material genético superior nos programas de melhoramento de codornas de corte pode ser feito através de seleção e/ou acasalamento dos animais geneticamente superiores, onde plantéis de reprodução formados/multiplicados a cada geração, a fim de garantir os critérios e objetivos de cada programa (CAETANO *et al.*, 2013).

A despeito de recentes avanços ou potencial de crescimento das codornas de corte, a morfofisiologia do aparelho genital destas aves, ainda estão em fase de complementação (LANNA *et al.*, 2013). Na literatura, há estudos para caracterização morfométrica e histológica do testículo de codornas na fase sexual e/ou adulta (BATH; CHAUDHARI *et al.*, 2002).

O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para peso aos 28 dias associados a variáveis reprodutivas (tamanho da glândula paracloacal, idade ao primeiro ovo, maturidade sexual, pesos de ovário e de testículos) em codornas de corte.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Localização do experimento**

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Universidade Federal do Ceará – UFC, Campus do Pici. Os protocolos experimentais foram aprovados pelo registro no Comitê de Ética no Uso de Animais em Experimentação, sob Parecer nº 039/2018.

### **2.2.2 Coleta de informações**

Dados de um programa de melhoramento de codornas de corte (*Coturnix coturnix*), da UFC, foram coletados, totalizando 6272 animais no pedigree, sendo 5724 com registros em ao menos uma das características no estudo (Tabela 1).

Quando as aves completaram 90 dias de idade, os ovos foram coletados diariamente, por um período de 10 dias consecutivos, enumerados de acordo com o número da gaiola em que as fêmeas estavam alojadas, sendo incubados por 14 dias. No 14º dia os ovos foram separados em telas plásticas com número único de identificação materna e transferidos para o nascedouro até a eclosão, por volta do 17º dia.

Os pintainhos foram recriados em piso com cama de casca de arroz, recebendo ração de crescimento. Aos 28 dias foi feita a sexagem de ambos. Os machos foram criados como reprodutores, sendo que foram mantidos junto com as fêmeas em gaiolas de arame galvanizado. Dessa forma receberam a mesma ração das fêmeas de postura, água ad libitum em todas as fases de criação e regime de luz de 17 horas (natural + artificial).

A maturidade das fêmeas foi analisada a partir da idade à primeira postura, em cada geração. A maturidade nos machos, foi identificada através de uma espuma branca expelida pela cloaca, quando levemente pressionada. O abate dos animais se deu através do deslocamento cervical, sendo o peso de testículos e ovários, obtidos em balança analítica e a largura e o comprimento mensurados com um paquímetro digital. Utilizou-se também tesouras para a retirada das gônadas de cada animal.

Para controle de pedigree, machos e fêmeas foram alojados em gaiolas, sendo a reprodução realizada levando-se o macho às fêmeas, numa proporção de um macho para duas fêmeas. Os ovos foram coletados, e identificados de acordo com a gaiola da mãe, e posteriormente incubados.

Ao nascimento, cada uma das codornas de corte recém eclodida foi pesada e identificada por anilha. Foram coletados registros de peso corporal, em gramas, sendo mensurados semanalmente do nascimento até 28º dia de vida (P28) através de uma balança digital.

A característica da área de glândula paracloacal em machos (AGPM), representada em milímetros quadrados, foi realizada aos 28 dias de idade nos machos, onde a área quadrática da glândula foi mensurada com o auxílio de um paquímetro digital, e o cálculo foi obtido pelo produto entre a largura (lateral) e o comprimento (dorsoventral) da glândula, descrito por Siopes; Wilson (1975).

Com essas informações foi formado um banco de dados para submissão à análise multicaracterística (P28, IMSM, AGPM, IPO, OVR e TEST) para a obtenção de estatísticas descritivas.

O arquivo de pedigree, juntamente com os dados, foram utilizados para estimação dos parâmetros genéticos (herdabilidades, correlações genéticas e residuais usando o programa gibbs1f90, utilizando amostragem de Gibbs. Neste estudo foram criadas 100 mil cadeias, com 20 mil para queima e intervalo de amostragem a cada 100 cadeias, totalizando 800 amostras para cada componente de (co)variância. O modelo estatístico animal utilizado na análise multicaracterística considerou o efeito fixo de geração-eclosão para todas as características e efeito fixo de sexo apenas para peso, o qual é mensurado em ambos os sexos, e está representado na seguinte equação:

$$y = X\beta + Za + e$$

Em que:

$y$  : vetor de observações;

$X$  : matriz de incidência dos efeitos fixos;

$\beta$  : vetor dos efeitos fixos;

$Z$  : matriz de incidência dos efeitos genéticos aditivos;

$a$  : vetor de efeitos genéticos aditivos; e

$e$  : vetor dos erros aleatórios associados a cada observação.

A seguir, foi admitida a distribuição conjunta normal multivariada, na seguinte forma matricial:

$$\begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} ZGZ' & ZG & R \\ GZ' & G & 0 \\ R & 0 & R \end{bmatrix} \right\}$$

Como as análises foram multicaracterísticas, as matrizes  $G$  e  $R$  são dados por  $G_0 \otimes A$  e por  $R_0 \otimes I$ , respectivamente, como seguem:

$$G_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_1a_2} & \sigma_{a_1a_3} & \sigma_{a_1a_4} & \sigma_{a_1a_5} & \sigma_{a_1a_6} \\ \sigma_{a_2a_1} & \sigma_{a_2}^2 & \sigma_{a_2a_3} & \sigma_{a_2a_4} & \sigma_{a_2a_5} & \sigma_{a_2a_6} \\ \sigma_{a_3a_1} & \sigma_{a_3a_2} & \sigma_{a_3}^2 & \sigma_{a_3a_4} & \sigma_{a_3a_5} & \sigma_{a_3a_6} \\ \sigma_{a_4a_1} & \sigma_{a_4a_2} & \sigma_{a_4a_3} & \sigma_{a_4}^2 & \sigma_{a_4a_5} & \sigma_{a_4a_6} \\ \sigma_{a_5a_1} & \sigma_{a_5a_2} & \sigma_{a_5a_3} & \sigma_{a_5a_4} & \sigma_{a_5}^2 & \sigma_{a_5a_6} \\ \sigma_{a_6a_1} & \sigma_{a_6a_2} & \sigma_{a_6a_3} & \sigma_{a_6a_4} & \sigma_{a_6a_5} & \sigma_{a_6}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 & \sigma_{e_1e_2} & \sigma_{e_1e_3} & \sigma_{e_1e_4} & \sigma_{e_1e_5} & \sigma_{e_1e_6} \\ \sigma_{e_2e_1} & \sigma_{e_2}^2 & \sigma_{e_2e_3} & 0 & 0 & \sigma_{e_2e_6} \\ \sigma_{e_3e_1} & \sigma_{e_3e_2} & \sigma_{e_3}^2 & 0 & 0 & \sigma_{e_3e_6} \\ \sigma_{e_4e_1} & 0 & 0 & \sigma_{e_4}^2 & \sigma_{e_4e_5} & 0 \\ \sigma_{e_5e_1} & 0 & 0 & \sigma_{e_5e_4} & \sigma_{e_5}^2 & 0 \\ \sigma_{e_6e_1} & \sigma_{e_6e_2} & \sigma_{e_6e_3} & 0 & 0 & \sigma_{e_6}^2 \end{bmatrix}$$

Em que:

$G$  : matriz de (co)variância genética aditiva;

$G_0$  : matriz de (co)variâncias genéticas entre as características;

$\otimes$  : produto Kronecker;

$A$  : matriz de parentesco entre os animais;

$\sigma_{a_i}^2$  : variância genética aditiva das  $i$  características;

$\sigma_{a_i a_j}$  : covariâncias genéticas entre as características  $i$  e  $j$  ;

$R$  : matriz de (co)variância residual;

$R_0$  : matriz de (co)variâncias residuais entre as características;

$I$  : matriz identidade de ordem igual ao número de observações;

$\sigma_{e_i}^2$  : variância residual das  $i$  características; e

$\sigma_{e_i e_j}$  : covariâncias residuais entre as características  $i$  e  $j$  .

Por meio das amostras dos componentes de (co)variância, foram possíveis os cálculos das herdabilidades ( $h^2$ ), e das correlações genéticas ( $r_{G_{ij}}$ ) e residuais ( $r_{R_{ij}}$ ) por meio das seguintes fórmulas, respectivamente:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2} \quad , \quad r_{G_{ij}} = \frac{\sigma_{a_i a_j}}{\sqrt{\sigma_{a_i}^2 \cdot \sigma_{a_j}^2}} \quad \text{e} \quad r_{R_{xy}} = \frac{\sigma_{e_i e_j}}{\sqrt{\sigma_{e_i}^2 \cdot \sigma_{e_j}^2}}$$

em que:

$h^2$  : estimativa de herdabilidade para cada característica;

$\sigma_a^2$  : variância aditiva para cada característica;

$\sigma_p^2$  : variância fenotípica para cada característica;

$r_{G_{ij}}$  : correlação genética entre as características  $i$  e  $j$  ;

$\sigma_{a_i a_j}$  : covariâncias genéticas entre as características  $i$  e  $j$  ;

$\sigma_{a_i}^2$  e  $\sigma_{a_j}^2$  : variâncias genéticas das características  $i$  e  $j$  ;

$r_{R_{ij}}$  : correlação residual entre as características  $i$  e  $j$  ;

$\sigma_{e_i e_j}$  : covariância residual entre as características  $i$  e  $j$  ;

$\sigma_{e_i}^2$  e  $\sigma_{e_j}^2$  : variâncias residuais das características  $i$  e  $j$  ;

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas obtidas para as características mensuradas na população de codornas de corte estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Estatística descritiva das características observadas em codornas de corte.

<b>Características</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>
<b>P28</b>	5.574	188,86	28,36	41,00	293,00
<b>IMSM</b>	1.003	45,32	3,84	36,00	63,00
<b>AGPM</b>	836	335,31	118,71	50,00	744,00
<b>IPO</b>	732	65,83	13,85	41,00	126,00
<b>POVR</b>	271	7,13	2,51	0,92	16,19
<b>PTEST</b>	229	8,20	1,41	3,80	12,59

P28: peso aos 28 dias de idade, em gramas; IMSM: idade da maturidade sexual em machos, em dias; AGPM: área de glândula paraoccal em machos, em milímetros quadrados; IPO: idade do primeiro ovo, em dias; Média, em gramas; D.P.: desvio-padrão, em gramas; Mín: mínimo, em gramas; Máx: máximo, em gramas;

Para média do peso aos 28 dias de idade (P28), o resultado deste trabalho foi inferior ao detectados por Teixeira (2009), Silva (2010) e Aguiar (2017); no entanto, foi superior ao observado em literatura (SEFTON; SIEGEL, 1974; AGGREY; CHENG, 1994; SAATCI; DEWI; AKSOY, 2003; WINTER, 2005 e ZAHOOR *et al.*, 2011).

Para característica da idade do primeiro ovo (IPO), informação decorrente deste estudo são menores ao analisado por Teixeira (2009), similar ao encontrado por Costa *et al.* (2008), intermediário ao que foi informado por Silveira (2018). Apesar de ambos autores avaliarem duas linhagens de codornas de corte, os autores sugerem que o peso corporal não influenciou a IPO. Em contrapartida, Oliveira *et al.* (2005) *apud* Silveira (2018), constaram que o peso corporal ao longo do tempo de codornas obteve influência durante o início da maturidade sexual devido ao desenvolvimento do aparelho reprodutor de codornas de corte.

Valores inferiores foram encontrados para ambas características de peso de ovário (POVR) (ARTONI *et al.*, 2001; CARNEIRO *et al.* 2014) e peso de testículo (PTEST) (AMOROSO *et al.*, 2008); SANTOS *et al.*, 2012; CARNEIRO *et al.*, 2014).

Médias das estimativas de parâmetros genéticos, em análise multicaracterística, com seus respectivos intervalos de credibilidade ao nível de 95%, em codornas de corte, são observados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Estimativas das herdabilidades ( $h^2$ ) na diagonal principal em negrito, correlações genéticas ( $r_{G_{ij}}$ ) acima da diagonal, correlações residuais ( $r_{R_{ij}}$ ) abaixo da diagonal, e intervalos de credibilidade ( $IC$ ) entre parênteses em itálico, para análise multicaracterística em codornas de corte *Coturnix coturnix*.

	<b>P28</b>	<b>IMSM</b>	<b>AGPM</b>	<b>IPO</b>	<b>POVR</b>	<b>PTEST</b>
<b>P28</b>	<b>0,45</b> (0,40; 0,52)	-0,04 (-0,38; 0,28)	0,23 (-0,07; 0,55)	0,05 (-0,18; 0,31)	0,40 (0,11; 0,70)	0,70 (0,45; 0,89)
<b>IMSM</b>	0,01 (-0,09; 0,15)	<b>0,14</b> (0,06; 0,29)	-0,52 (-0,86; - 0,19)	0,38 (-0,01; 0,79)	0,55 (0,08; 0,92)	0,07 (-0,37; 0,51)
<b>AGPM</b>	0,19 (0,06; 0,31)	-0,14 (-0,24; - 0,05)	<b>0,16</b> (0,08; 0,25)	-0,46 (-0,82; - 0,05)	-0,35 (-0,76; 0,17)	0,29 (-0,18; 0,66)
<b>IPO</b>	0,06 (-0,05; 0,20)	n/a	n/a	<b>0,28</b> (0,15; 0,41)	0,26 (-0,10; 0,64)	0,06 (-0,31; 0,59)
<b>POVR</b>	0,14 (-0,09; 0,38)	n/a	n/a	-0,21 (-0,442; - 0,01)	<b>0,25</b> (0,14; 0,40)	-0,14 (-0,45; 0,20)
<b>PTEST</b>	0,03 (-0,24; 0,28)	-0,11 (-0,30; 0,11)	0,15 (-0,07; 0,33)	n/a	n/a	<b>0,36</b> (0,21; 0,52)

Peso aos 28 dias de idade, em gramas; IMSM: idade da maturidade sexual em machos, em dias; AGPM: área de glândula paracloacal em machos, em milímetros quadrados; IPO: idade do primeiro ovo, em dias; POVR: peso de ovário, em gramas; PTEST: peso de testículo (direito e esquerdo), em gramas; n/a: *not available*.

As herdabilidades ( $h^2$ ) das características deste estudo apresentaram valores moderados a baixos, indicando que a seleção de codornas de corte focada exclusivamente em peso corporal evidencia baixo controle genético em referência a produção e/ou reprodução animal, ou seja, seleção baseada na informação individual. Pois, desde a sua domesticação e até os dias de hoje, estes indivíduos foram (ou são) submetidos a intensas melhorias quanto a produção e/ou qualidade de ovos, ocasionando perda da variabilidade genética para outras características de interesse zootécnico, ou seja, redução de ganhos genéticos em cada geração/eclosão. Narinc *et al.* (2013) relataram que a eficiência produtiva e/ou reprodutiva de codornas de corte depende de vários fatores como condições ambientais, idade, sanidade e nutrição. Eler (2014) afirmou que a persistências destes aspectos, podem resultar em baixas melhorias ao ganho genético de codornas de corte, ou seja, erro de classificação de aves geneticamente superiores. Neste estudo, ainda foi observado menores estimativas de  $h^2$  para as características IMSM e AGPM, o que mostra baixa variabilidade das codornas de corte para essas variáveis, e consequentemente maior intensidade de seleção praticada nestas aves.

O resultado para  $h^2$  de peso corporal aos 28 dias (P28) foi similar ao observado por Aggrey; Cheng (1994) e Minvielle (1998). Como também foi inferior (SEFTON; SIEGEL, 1974; SATO *et al.*, 1989; TOELLE *et al.*, 1991; NARAYAN *et al.*, 1996; SHAHIN *et al.*, 2000; WINTER, 2005; HIDALGO *et al.*, 2007; STIVANIN *et al.*, 2015), e superior (MICHALSKA, 1993; SAATCI; DEWI; AKSOY, 2003; PAIVA *et al.*, 2005; TON *et al.*, 2006; PAIVA, 2007; TEIXEIRA, 2009; TEIXEIRA *et al.* 2012; 2013) ao encontrado na literatura. A  $h^2$  para P28 indica que a seleção deve ser feita com base na predição do valor genético e por meio do modelo animal, usando toda informação disponível do plantel.

A  $h^2$  para idade da maturidade sexual em machos (IMSM) foi superior ao relatado na literatura para estimação de parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em codornas (EL-FIKY; SHAMMA; EL-OKSH, 1994; NARINC *et al.*, 2013; FLORENTINO, 2019), e inferior ao encontrado na literatura (ROY; KOLEY; CHOUDHURI, 1992; MANDAL *et al.*, 1994). Pereira (2008) *apud* Silveira (2018) denotaram que a aptidão da codorna para reprodução que é medida fenotipicamente pela idade em dias, e esta característica é identificada como IMSM, e que está correlacionada com fisiologia destas aves. E ainda, quanto mais tardio for o início da IMSM, mais baixos serão as melhorias genéticas quanto a produção animal (GOMES, 2008). Ademais, Wolc *et al.* (2009) observaram que a IMSM apresenta baixa  $h^2$ , o que torna pertinente a adoção de táticas especiais e/ou complexas implementada em programa de melhoramento em codornas de corte.

A estimativa de parâmetro de  $h^2$  para área de glândula para cloacal em machos (AGPM) foi baixa em relação a estudos propostos por Silva *et al.* (2013) e Florentino (2019) onde avaliaram as influências da AGPM sobre traços comportamentais e de fertilidade em codorna de corte. Bourdon (2000), analisou que apesar da AGPM estar associada ao desempenho reprodutivo, esta característica tem uma  $h^2$  moderada, e que possivelmente por sofrer menos influências não-genéticas, e ainda está menos associada à adaptabilidade das aves.

A estimativa de parâmetro de  $h^2$  para idade do primeiro ovo (IPO) foi baixa em relação a estudos propostos por Marks; Kinney (1964), Amit *et al.* (2000), Paiva *et al.* (2005) e Hidalgo *et al.* (2011); entretanto, os valores foram altos em relação aos encontrados por Teixeira (2009) e colaboradores (TEIXEIRA *et al.*, 2012; 2013), avaliaram resposta à seleção entre diferentes grupos genéticos de codornas de corte. Estes últimos autores reforçaram a ideia que a característica de IPO obtém influência de fatores ambientais, tais como: peso corporal, época de nascimento, nutrição, programa de luz, e alocação de aves em gaiolas aos 28 dias de idade. Florentino (2019), confirma que a precocidade na coturnicultura de corte é admitida pela IPO, e este é atrelado não somente à fatores genéticos, mas também não-genéticos (p.e. condições

climáticas, taxa de postura, idade dos pais e proporção de macho para fêmea). Lima *et al.* (2011) informam que codornas de corte com baixos índices de pesos corporais, retardam o início da primeira postura. Já para a  $h^2$  para as características de pesos de ovário (POVR) e testículo (PTEST) foram inferiores ao que foram reportados por Kawahara; Saito (1976).

A correlação genética entre duas características é a correlação entre os efeitos dos genes que as influenciam (PIRCHNER, 1983). Esta correlação pode ser positiva, quando ambas as características aumentam ou diminuem ou negativa, e neste caso ocorre o acréscimo de uma e decréscimo da outra. O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância nos trabalhos de melhoramento, principalmente se a seleção de um deles é dificultada, em razão da baixa herdabilidade ou de dificuldades de mensuração e identificação (CRUZ; REGAZZI, 2001). As correlações genéticas ( $r_G$ ) deste estudo mostraram-se positivas com magnitudes alta (P28 e PTEST). Também foram de magnitudes moderadas e levemente crescentes para as características POVOR entre P28, IMSM e IPO; AGPM entre P28 e PTEST; e também entre IMSM com IPO. E ainda, contrárias de magnitudes baixas a moderada observadas por P28 entre IMSM; AGPM entre IMSM, IPO, POVOR; e PTEST com POVOR. Neste experimento, ao se realizar seleção com intuito de aumentar o valor genético de quaisquer parâmetros, houve uma diminuição no valor genético do outro parâmetro.

Segundo a literatura, as  $r_G$  de P28 entre IPO foram similares (PAIVA *et al.*, 2005), superiores (TEIXEIRA, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 2012), e inferiores (MARKS, 1996; EL-DEEN, 1999; AMIT *et al.*, 2000); como também a mesma correlação de P28 entre IMSM e AGPM mostraram valores positivos e menores (ROY; KOLEY; CHOUDHURI, 1992; BRAH; CHAUDHARY; SANDHU, 1997; YANG *et al.* 1998; GUNES; CERIT, 2001; OGUZ; AKBAS; ALTAN, 2001; AKTAN *et al.*, 2003; REDDISH; NESTOR; LILBURN, 2003). Pereira (2008) e Rosa (2015) comprovaram que o aumento do peso corporal de codornas de corte pode influenciar negativamente uma seleção indireta para IMSM, onde pode ocorrer um aumento na frequência de ovos inférteis, logo no primeiro momento da IPO, como também pode indicar que um mesmo conjunto de genes possa estar atuando na expressão destas características, além dos efeitos não-genéticos.

Já para a  $r_G$  de IMSM entre IPO mostram-se contrárias ao encontrados por Praharaj; Ayyagari; Mohapatra (1990), Dhaliwal; Chaudhary; Brah (2002) e Minvielle *et al.* (2002). Pereira (2008), Tibúrcio *et al.* (2013) e Silveira (2018) afirmaram que a  $r_g$  positiva para seleção de codornas de corte baseada no peso (p.e. P28) são relevantes, visto que aves mais pesadas poderia promover melhores índices na qualidade e rendimento de carcaça, e obtenção de animais precoces (p.e. AGPM, IMSM e IPO). Silveira (2018) mencionou  $r_G$  negativa e de moderada magnitude entre

as características de peso corporal e IPO. A  $r_G$  entre IPO e AGPM apresentou-se moderada, e se torna uma característica relevante para seleção de machos para diminuição da idade ao primeiro ovo das filhas.

Biswas *et al.*, (2007) e Silva *et al.* (2013) reportaram  $r_G$  positiva e alta de AGPM entre PTEST e IMSM, respectivamente, indicando que o desempenho reprodutivo pode ser alcançado baseando-se na seleção de machos em codornas de corte. Mohan *et al.* (2002) *apud* Florentino (2019) indicaram que houve uma dificuldade de análise da  $r_G$  entre AGPM e IMSM devido ao fato de não encontraram associação entre estas variáveis. Quando isto ocorre a seleção animal de ser submetida de forma independente, com a finalidade de alcançar os objetivos do programa de melhoramento genético em codornas de corte (SILVEIRA, 2018). Florentino (2019) declarou  $r_g$  positiva e baixa entre as variáveis AGPM e a IMSM, e que sugere seleção para a característica AGPM, a fim de ser um método eficaz na redução dos custos de produção, por meio triagem (tamanho mínimo) em codornas de corte inférteis.

A maior  $r_G$  encontrada neste estudo foi entre P28 e PTEST, indicando que esta característica pode ser considerado um indicativo de fertilidade, uma vez que a redução no peso do animal normalmente está associada à redução na espermatogênese e, portanto, na capacidade reprodutiva das aves. Clulow; Jones (1982) descreveram que em codornas maduras sexualmente os testículos podem representar cerca de 2,26% do peso vivo dos animais.

Stivanin (2016) alegou que para a obtenção de  $r_G$  entre variáveis de interesse zootécnico, a estimação dos parâmetros genéticos da população deve ser considerado como fator de máxima importância em programas de melhoramento em codornas, afim de obter elevado progresso genético, principalmente na seleção do peso corporal das aves, onde o aumento desta característica poderá provocar perdas nas qualidade reprodutivas em codornas de corte. Eler (2017) informou que a direção e/ou intensidade às transformações genéticas dependem das  $r_G$  existentes entre as características de interesse econômico/zootécnico a fim de buscar progresso genético. Carneiro Júnior (2009) *apud* Silveira (2018) declaram que a superioridade genética dos descendentes em relação à média da geração dos pais, dependem de alguns fatores genéticos correlacionáveis, tais como: intensidade de seleção, acurácia de predição, intervalo de gerações e variabilidade genética.

Nota-se, também, que muitos dos trabalhos encontrados na literatura com relação à estimação de parâmetros genéticos em codornas, são baseados em metodologias utilizadas nas décadas de 60 e 70, que forneciam estimativas viesadas, tais como o método dos mínimos quadrados. Atualmente, com o avanço tecnológico, é possível obter estimativas mais acuradas, por meio de modelo animal, e se estimar parâmetros genéticos por meio por meio de

procedimentos bayesianos, pelo software GIBBS1F90 (BLUPF90 family programs), utilizando o modelo animal, além de, conseqüentemente, se obter predições mais confiáveis.

Corroborando com Kumar *et al.* (2002), as correlações residuais ( $r_R$ ) são positivas e magnitude baixa a moderada para P28 entre todas as características avaliadas. Neste postulado, observou-se que não houve  $r_R$  ambas características de IPO e POVR entre IMSM, AGPM e PTEST. Mas, observou-se valores negativos e de magnitude moderada de IMSM entre AGPM e PTEST, como também entre IPO e POVR.

Segundo Viana *et al.* (2000), programas de melhoramento genético necessitam de acompanhamento das características de importância econômica. A partir destes estudos é que os critérios de seleção são estabelecidos para garantir a renovação dos plantéis com animais de potencial genético superior geração após geração. A importância do estudo de correlações está em analisar o impacto que a seleção para determinada característica pode causar em outras características.

A simetria consiste na conformidade e correspondência entre posição, forma e medida em relação a um eixo. É a existência de harmonia entre duas ou mais partes. A assimetria, por sua vez, seria a ausência da simetria, ou seja, quando não há essa correspondência entre as partes, sendo desproporcionais ou não harmoniosas.

Os resultados para os intervalos de credibilidade (IC) ao nível de 95%, foram positivos (limites superiores e inferiores) para as dispersões dos valores dos parâmetros multicaracterística de  $h^2$ . Como também para  $r_G$  de P28 entre POVR e PTEST, e IMSM entre POVR; e para  $r_R$  de P28 entre AGPM. Todos os valores para IC foram negativos limite superior, exceto para POVR entre P28 e IMSM; P28 entre PTEST nas dispersões dos valores dos parâmetros de  $r_G$  e P28 entre AGPM para dispersões de  $r_R$ . Já para o limite inferior foram positivos, exceto para as  $r_G$  de AGPM entre IMSM e IPO, como também para  $r_R$  de AGPM entre IMSM, e de POVR entre IPO.

Estimativas mais precisas (ou menores) de IC foram relatados por Winter (2005) para estimativa de  $h^2$  de P28, e por Florentino (2019) para a  $r_G$  entre as variáveis IAGP e IMSM, ao nível de 90% e 65%, respectivamente. Para o  $r_G$  entre as variáveis IAGP e IMSM obtiveram IC maiores ao nível de credibilidade de 65%. Box; Tiao (1992) *apud* Winter (2005) confirmaram que o tamanho do intervalo credibilidade (IC) informa sobre a dispersão dos valores do parâmetro ( $h^2$ ,  $r_G$  e  $r_R$ ), ou seja, quanto menor for o tamanho do intervalo mais concentrada é a distribuição do parâmetro, indicando níveis de credibilidade entre os limites inferior e superior de estão entre 90 a 95%.

É relevante considerar que este trabalho abrange estudos para estimação de parâmetros do peso de codornas dentro do período reprodutivo em codornas de corte por meio de modelo animal, através de procedimentos bayesianos. Estudos futuros poderão considerar também a estimação da trajetória genética de crescimento para peso de codornas de corte, e estendendo às outras variáveis.

#### **4 CONCLUSÕES**

As herdabilidades mostram-se moderadas a baixas para o multicaracterística, indicando uma maior necessidade quanto controle à seleção fenotípica à reprodução animal.

Para o peso aos 28 dias de idade, a correlação genética para codornas de corte é positiva e maior para peso de testículo, e contrária com menor magnitude observada na entre a idade da maturidade sexual e área de glândula paracloacal em machos.

## REFERÊNCIAS

- AGGREY, S.E.; CHENG, K.M. Animal model analysis of genetic (co)variances for growth traits in Japanese quail. **Poultry-Science**, v.73, n.12, p.1822-1828, 1994.
- AKTAN, S. *et al.* Some egg production characteristics and phenotypic correlations in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Hayvancilik Arastirma Dergisi**, v.13, n.1-2, p.57-59, 2003.
- AMIT, K. *et al.* Genetic parameters of some production and reproduction traits in Japanese quail. **Indian Journal of Animal Health**, v.39, n.1, p.51-53, 2000.
- AMOROSO, L. *et al.* Influência da espermatogênese e dos níveis de testosterona no aspecto reprodutivo de codornas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.61-66, 2008.
- ARTONI, S. M. B. *et al.* Avaliação macroscópica e morfométrica do oviduto de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) quando alimentadas com diferentes níveis de proteína. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, p.225-231, 2001.
- BATH, G.S.; CHAUDHARI, S.U.R. Sperm reserves and its relationship to parameters of the testis, epididymis and vas deferens of local cocks in the Sahel region of Nigeria. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v.4, p.561-564, 2002.
- BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 4; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3. **Anais...**, Lavras: UFLA, 2010.
- BISWAS, A. *et al.* Relationship of cloacal gland with testes, testosterone and fertility in different lines of male Japanese quail. **Animal Reproduction Science**, v.97, p.94-102, 2007.
- BOURDON, R.M. **Understanding animal breeding**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.
- BOX, G.E.P.; TIAO, G.C. **Bayesian inference in statistical analysis**. New York: John Wiley, 1973.
- BRAH, G.S.; CHAUDHARY, M L.; SANDHU, J.S. Genetic analysis of body weight in three lines of Japanese quail. **Indian Journal of Poultry Science**, v.32, n.3, p.242-248, 1997.
- BOX, G.E.P.; TIAO, G.C. **Bayesian inference in statistical analysis**. New York: John Wiley, 1973.
- CAETANO, G.C. *et al.* Estimação de parâmetros genéticos para características de carcaça de codornas de corte. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL. **Anais...**, Uberaba: SBMA, p.1-3, 2013.

CARNEIRO JÚNIOR, J.M. **Embrapa Acre: Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do sudoeste da Amazônia**. Editora Rio Branco, p.197-208, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infotecahandle/doc/661781>. Acessado em: 23/mar./2022.

CARNEIRO, T.C. *et al.* Influência da idade dos reprodutores de codornas de postura na reprodução, na qualidade de ovos e na morfologia dos órgãos genitais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.5, p.2449-2466, 2014

CLULOW, J.; JONES, R.C. Production, transport, maturation, storage and survival of spermatozoa in the male Japanese quail, *Coturnix coturnix*. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.64, p.259-26, 1982.

COSTA, C.H.C. *et al.* Avaliação do desempenho e da qualidade dos ovos de codornas de corte de dois grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1823- 1828, 2008.

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

CUNNINGHAM, D.L.; SIEGEL, P.B. Response to bidirectional and reverse selection for mating behavior in Japanese quail *Coturnix coturnix japonica*. **Behavior Genetics**, v.8, n.5, p.387-397, 1978.

DHALIWAL, S.K.; CHAUDHARY, M.L; BRAH, G.S. Inheritance of body weights and egg production characters and their interrelationships in Japanese quails. **Journal of Livestock and Poultry Production**, v.18, n.3-4, p.1-8, 2002.

EL-DEEN, M.B. Inheritance of sexual dimorphism in body weight and its relationship with growth and egg production traits in Japanese quail. **Egyptian Poultry Sciences**, v.19, n.3, p.657-669, 1999.

EL-FIKY, F.A.; SHAMMA, T.A.; EL-OKSH, H.A. Genetic parameters of some productive and reproductive traits in Japanese quail. **Journal King Abdulaziz University, Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture Sciences**, v.5, p.45-60, 1994.

ELER, J.P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal: Bases do melhoramento genético animal**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2014.

ELER, J.P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal: Seleção**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2017.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. High Level Expert Forum - How to Feed the World in 2050. Rome: FAO, 2009. **Reliefweb**. Disponível em: <https://reliefweb.int/report/world/how-feed-world-2050-high-level-expert-forum-rome-12-13-oct-2009-investment>. Acessado em: 17/jan./2022.

FLORENTINO, A.H.B. **Influências da glândula paracloacal sobre características comportamentais e fertilidade em machos de codorna de corte**. 2019. 41f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

GOMES, N.A. **Desempenho e parâmetros reprodutivos de diferente linhagens de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

GUNES, H.; CERIT, H. Interrelationships between age of sexual maturity, body weight and egg production in the Japanese quail. **Veteriner Fakultesi Dergisi Istanbul**, v.27, n.1, p.191-198, 2001.

HIDALGO, A.M. *et.al.* Parâmetros genéticos para peso do ovo e peso corporal em codornas de zxc postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3, CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. **Anais....**, Lavras: UFLA, p.219, 2007.

HIDALGO, A.M. *et al.* Genetic characterization of egg weight, egg production and age at first egg in quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.95-99, 2011.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Cidades@ - Informações Estatísticas – Pecuária 2019**. Disponível em:  
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>.

KAWAHARA, T.; SAITO, K. Genetic parameters of organ and body weights in the Japanese quail. **Poultry Sciences**, v.55, n.4, p.1247-1252, 1976.

KUMAR, A. *et al.* Estimates of correlation among body weight at various weeks of age under different selection intensities in Japanese quail. **Indian Veterinary Journal**, v.79, n.1, p.41-43, 2002.

LANNA, L.L. *et al.* Índice gonadosomático e correlações entre dimensões e peso testiculares na codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) aos 60 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.955-960, 2013.

LIMA, H.J.A. *et al.* Diferentes pesos corporais ao final da fase de recria sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, 2011.

MAGDA, I.A.S.; SHARAF, M.M.; HEMEDA, S.A. Phenotypic and genetic estimates of some productive and reproductive traits in Japanese quails. **Egyptian Poultry Science**, v.30, n.3, p.875-892, 2010.

MANDAL, K.G. *et al.* Genetic parameters of various conformation traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Indian Journal of Animal Health**, v.33, n.2, p.77-82, 1994.

MARKS, H.L.; KINNEY JR, T.B. Estimates of some genetic parameters in coturnix quail. **Poultry Science**, v.43, p.1338, 1964.

MARQUES, R. **Coturnicultura – Uma visão geral**. Agrocerees Multimix: Nutrição Animal, 2019. Disponível em: <https://agrocereesmultimix.com.br/blog/coturnicultura-uma-visao-gerao/>.

MAURER, V. *et al.* Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. **Journal of Insect as Food and Feed**, v.2, p.83-90, 2015.

MICHALSKA, E. Genetic parameters of early growth, feed intake and feed conversion in Japanese quail. **Animal Science Papers and Reports Polish Academy of Sciences**, v.11, n.3, p.207-213, 1993.

MINVIELLE, F. *et al.* Fearfulness and performance related traits in selected lines of Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Poultry Science**, v.81, n.3, p.321- 326, 2002.

MINVIELLE, F. Genetics and breeding of japanese quail for production around the world. In: ASIAN PACIFIC POULTRY CONGRESS, 6, Nagoia. **Proceeding...**, Nagoia: Japan Poultry Science Association. p.122-127,1998.

MINVIELLE, F. The future of Japanese quail for research and production. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.4, p.500-507, 2004.

MOHAN, J. *et al.* Effects of hemicastration and castration on foam production and its relationship with fertility in male Japanese quail. **Theriogenology**, v.58, n.1, p.29-39, 2002.

MÓRI, C. *et al.* Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codorna para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.870-876, 2005.

MOTA, L.F.M. *et al.* Características de desempenho e de carcaça em diferentes genótipos de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.613-621, 2015.

MURAKAMI, A.E; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 79p.

NARINC, D. *et al.* Genetic parameter estimates of growth curve and reproduction traits in Japanese quail. **Poultry Science**, v.93, n.1, p.24-30, 2013.

NARAYAN, R. *et al.* Genetics of production traits in egg type Japanese quail. **Indian Journal of Veterinary Research**, v.5, n.2, p.44-46, 1996.

OGUZ, I.; AKBAS, Y.; ALTAN, O. Relationship of body weight at sexual maturity with body weights at various ages in lines of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*), unselected and selected for four-week body weight. **Journal of Applied Animal Research**, v.19, n.2, p.219-223, 2001.

OLIVEIRA, E.G. *et al.* Desempenho produtivo de quatro grupos genéticos de codornas (*Coturnix* sp.) para corte. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.3, p.33-37, 2005.

PAIVA, E. *et al.* Parâmetros genéticos e fenotípicos para peso aos 28 dias, idade ao primeiro ovo e peso do ovo em três linhagens de codornas de postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiania: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. CD- ROM, Melhoramento Genético Animal.

PAIVA, E. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, para peso corporal e características de carcaça em codorna de corte**. 2007. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 5a ed. Belo Horizonte, MG: FEPMVZ, 2008. 120p.

PIRCHNER, F. **Population genetics in animal breeding**, Londres, 1983. 414p.

PRAHARAJ, N.K; AYYAGARI, V.; MOHAPATRA, S.C. Developments in processing quail meat an eggs. **World's Poultry Science Journal**, v.46, n.11, p.219-234, 1990.

R CORE TEAM (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: R: The R Project for Statistical Computing (r-project.org). Acessado em: 23/mar./2022.

REDDISH, J.M.; NESTOR, K.E.; LILBURN, M.S. Effect of selection for growth on onset of sexual maturity in randombred and growth-selected lines of Japanese quail. **Poultry-Science**, v.82, n.2, p.187-191, 2003.

REIS, J.S.; DIONELLO, N.J.L. Biologia da Espécie *Coturnun coturnix*. In: GOTUZZO, A.G. *et al.* **Coturnicultura: Postura e Corte**. Pelotas: Editora Universitária PREC/UFPEL, 2012. 119p.

RIBEIRO, J.C. *et al.* Estrutura da endogamia em populações de codornas de corte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10, **Anais...**, Uberaba: SBMA, p.1-3, 2013.

ROSA, J.A. **Parâmetros genéticos para características de desempenho e reprodutivas de aves poedeiras por inferência bayesiana**. 2015. 45 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ROY, A.M.; KOLEY, N.; CHOUDHURI, G. Genetic studies on some traits of sexual maturity and egg production in the Japanese quail. **Experimental Genetics**, v.8, n.1- 2, p.29-33, 1992.

SAATCI, M.; DEWI, I.A.; AKSOY, A.R. Application of REML procedure to estimate the genetic parameters of weekly liveweights in one-to-one sire and dam pedigree recorded Japanese quail. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.120, n.1, p.23-28, 2003.

SATO, K. *et al.* Genetic parameters of body weight, muscle weight and skeletal characteristics in Japanese quail. **Jikken Dobutsu**, v.38, n.1, p.47-54, 1989.

SANTANA, B. Guerra entre Rússia e Ucrânia: quais os impactos na economia do Brasil? **Estratégia Vestibulares | Atualidades e Dicas**. São Paulo, 18 de Abril de 2022. Disponível em: <https://vestibulares.estrategia.com/portal/atualidades-e-dicas/guerra-entre-russia-e-ucrania-quais-impactos-na-esconomia-do-brasil/>. Acessado em: 20/mai./2022.

SANTOS, T.C. *et al.* Desenvolvimento corporal e testicular em machos de codornas de corte e de postura de 25 a 360 dias. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.11, p.1205-1212, 2012.

SEFTON, A.E.; SIEGEL, P.B. Inheritance of body weight in Japanese quail. **Poultry Science**, v.53, p.1597-1603, 1974.

SIEGEL, P.B.; HONAKER, C.F.; RAUW, W.M. Selection for high production in poultry. **Resources Allocation Theory Applied to Farm Animal Production**, v.1, p.230-242, 2009.

SHAHIN, K.A. *et al.* Selection index alternatives for increased marketing body weight with minimum concomitant reduction in body bone percentage-recourse to tissue dissection on Japanese quail. **Archiv fur Tierzucht**, v.43, n.5, p.535-543, 2000.

SILVA, L.P. *et al.* Genetic relationships between cloacal gland area and fertility traits in meat quail. In: ADSA-ASAS JOINT ANNUAL MEETING. 2013. Indianapolis, IN. **Proceedings...**, JAM Joint Annual Meeting, 2013.

SILVEIRA, L.A.A. **Efeitos correlacionados da seleção para peso ao nascimento sobre a precocidade em duas populações de codornas de corte**. 2018. 30 f. Monografia (Zootecnia) - Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei.

SIOPEL, T.D.; WILSON, W.O. The cloacal gland an external indicator of testicular development in Coturnix. **Poultry Science**, v.54, p.1225-1229, 1975.

STIVANIN, T.E. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos em linhagens de codornas de postura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 11, **Anais...**, Santa Maria: SBMA, p.1-3, 2015.

STIVANIN, T.E. **Avaliação de critérios de seleção em codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*)**. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.

SZWACZKOWSKI, T. Use of mixed model methodology in poultry breeding: Estimation of genetic parameters. **Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology**, v.11, p.165-201, 2003.

TEIXEIRA, R.B. **Avaliação genética e estudo do crescimento de matrizes de codorna de corte utilizando modelos de regressão aleatória**. 2009. 100 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TEIXEIRA, R.B. *et al.* Estimação dos componentes de variância para as características de produção e de qualidade de ovos em matrizes de codorna de corte. **Ciência Rural**, v.42, n.4, p.713-717, 2012.

TEIXEIRA, R.B. *et al.* Herdabilidade de características de produção e postura em matrizes de codornas de corte. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p.361-365, 2013.

TIBÚRCIO, A.G.S. *et al.* Correlações entre glândula cloacal, peso corporal e parâmetros reprodutivos em codornas de corte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10, 2013. **Anais...**, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

TOELLE, V.D. *et al.* Genetic and phenotypic relationships in Japanese quail, body weight, carcass, and organ measurements. **Poultry Science**, v.70, n.8, p.1679-1688, 1991.

TON, A.P.S. *et al.* Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para o peso corporal em codornas de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43. João Pessoa, **Anais...**, João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia (CD ROM), 2006.

UNCTAD - UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Handbook of Statistics**. Geneva: United Nations Publications. 2021. 106p.

VIANA, C.F.A. *et al.* Influência de grupos genéticos e de níveis de energia sobre características de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1067-1073, 2000.

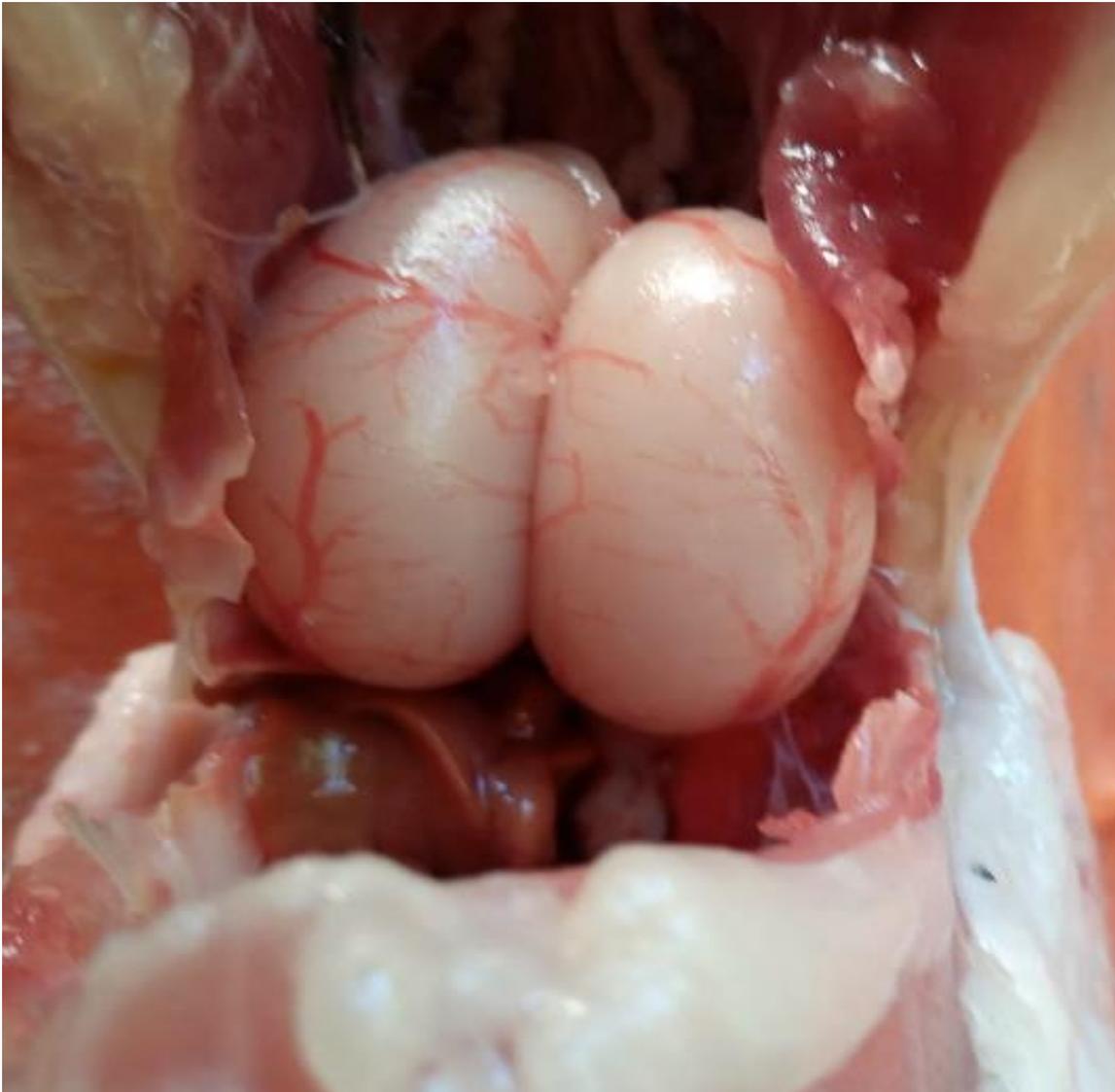
WINTER, E.M.W. **Estimação de parâmetros genéticos de características de desempenho, carcaça e composição corporal de codornas para corte (*Coturnix sp.*)**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Genética) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

WOLC, A. *et al.* Inheritance of fertility in broiler chickens. **Genetics Selection Evolution**, v.41, n.1, p.47, 2009.

YANG, N. *et al.* Forty generations of bidirectional selection for mating frequency in male Japanese quail. **Poultry Science**, v.77, n.10, p.1469-1477, 1998.

ZAHOOR, A.A.A. *et al.* Effect of intermittent lighting on different production traits of Japanese quail. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE ANIMAL AGRICULTURE FOR DEVELOPING COUNTRIES, 3, **Proceedings...**, Bangkok: ICASA, 2011.

**APÊNDICE A - TESTÍCULOS DIREITO E ESQUERDO ADERIDO À PAREDE DORSAL DO CORPO DO ANIMAL.**



**APÊNDICE B - OVÁRIOS LOCALIZADOS NA PORÇÃO VENTRAL DA CLOACA DE CODORNAS DE CORTE.**



**APÊNDICE C - ALTURA E LARGURA DO TESTÍCULO DIREITO MENSURANDO COM UM PAQUÍMETRO DIGITAL.**



**APÊNDICE D - ALTURA E LARGURA DO OVÁRIO MENSURADOS COM UM PAQUÍMETRO DIGITAL.**

