

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAS**  
**Instituto de Ciências Agrárias**  
**Programa de Pós-graduação em Produção Animal**

Nayra de Paula Montijo de Oliveira Barbosa

**DESEMPENHO E PROPOSTA DE MANEJO REPRODUTIVO EM CODORNAS DE  
CORTE**

MONTES CLAROS

2023

Nayra de Paula Montijo de Oliveira Barbosa

**DESEMPENHO E PROPOSTA DE MANEJO REPRODUTIVO EM CODORNAS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientadora: Letícia Ferrari Crocomo

Coorientadora: Fabiana Ferreira

Coorientador: Felipe Gomes da Silva

Montes Claros

2023

Barbosa, Nayra de Paula Montijo de Oliveira.

B238d  
2024 Desempenho e proposta de manejo reprodutivo em codornas de corte [manuscrito]/  
Nayra de Paula Montijo de Oliveira Barbosa. Montes Claros, 2023.  
43 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Produção Animal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Leticia Ferrari Crocomo.

Banca examinadora: Leticia Ferrari Crocomo, Neide Judith Faria de Oliveira, Juliano Vogas Peixoto.

Inclui referências: f. 23-26; 35-37.

1. Codorna japonesa. 2. Fecundidade. 3. Reprodução animal. I. Crocomo, Leticia Ferrari. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.082



Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Agrárias  
Colegiado de Pós-Graduação em Produção Animal

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 18 dias do mês de dezembro de 2023 às 8:30 horas, sob a Presidência da Professora Leticia Ferrari Crocomo, D. Sc. (Orientadora – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Fabiana Ferreira, D. Sc. (Coorientadora - UFMG/ICA), Neide Judith Faria de Oliveira, D. Sc. (UFMG/ICA) e Juliano Vogas Peixoto, D. Sc. (UFLA), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação de **Nayra de Paula Montijo de Oliveira Barbosa**, aluna do Curso de Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada “**DESEMPENHO E PROPOSTA DE MANEJO REPRODUTIVO EM CODORNAS DE CORTE**” sendo a aluna considerada **APROVADA**. E, para constar, eu, Professora Leticia Ferrari Crocomo, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: A aluna somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 53 do regulamento e da resolução 05/2016 do Curso de Mestrado em Produção Animal.

Montes Claros, 18 de dezembro de 2023.

Documento assinado digitalmente  
**LETICIA FERRARI CROCOMO**  
Data: 18/12/2023 11:20:41-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Letícia Ferrari Crocomo  
Orientadora

Documento assinado digitalmente  
**FABIANA FERREIRA**  
Data: 18/12/2023 13:43:00-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Fabiana Ferreira  
Coorientadora

Documento assinado digitalmente  
**NEIDE JUDITH FARIA DE OLIVEIRA**  
Data: 21/12/2023 11:52:48-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Neide Judith Faria de Oliveira  
Membro

Documento assinado digitalmente  
**JULIANO VOGAS PEIXOTO**  
Data: 18/12/2023 12:25:59-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Juliano Vogas Peixoto  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, por todo apoio e força que me deram. Aos meus pais, Francisco e Yonara, por acreditarem em mim e por sempre me motivarem, não importa o quão ruim estivesse a situação. Ao meu irmão Pedro, que mesmo estando longe, sempre me fez rir, seja por desespero da situação ou por graça mesmo.

Aos meus amigos, por ajudarem a me manter sã durante toda essa jornada. Agradeço em especial à Raphael e Franciane, que sempre me motivaram a continuar nesse caminho e a segui-lo até o final, mesmo com as dificuldades.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Letícia Ferrari Crocomo, por toda atenção e carinho, serei eternamente grata por todos os ensinamentos e pelas broncas que recebi ao longo de todos esses anos juntas. Ser sua orientada foi uma honra, espero um dia poder me tornar um terço da profissional e pessoa que você é, Lê. Tenho você como inspiração pra vida, obrigada por tudo.

Agradeço aos professores Fabiana Ferreira e Felipe Gomes pelos ensinamentos e lições ao longo dessa jornada.

Agradeço ao Grupo de estudos em reprodução animal (GERA), pois sem esse grupo não teria descoberto a paixão por reprodução animal.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Instituto de Ciências Agrárias (ICA/UFMG) pela oportunidade de minha formação profissional e por me apresentar a um novo mundo e me permitir interagir com pessoas e profissionais maravilhosos.

Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal e a CAPES, pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal.

## RESUMO

Em sistemas de acasalamento de codornas de corte, a postura, viabilidade embrionária e fertilidade consistem nos principais parâmetros para predição do potencial reprodutivo do plantel. O desempenho do macho, contudo, pode interferir neste contexto. Embora o desempenho do macho interfira neste contexto, as peculiaridades da coleta do ejaculado, dificultam a avaliação espermática. Com isso objetivou-se verificar o desempenho reprodutivo de codornas de corte em função do tempo de utilização do macho para a reprodução (1 até 10 dias) e o tempo de armazenamento dos espermatozoides na fêmea após a cópula (de 1 até 14 dias). Desse modo foram utilizados dezoito machos, divididos em duas linhagens distintas que foram acasalados com dez fêmeas cada da mesma linhagem que os machos, a fim de coletar as informações de postura, viabilidade embrionária e fertilidade dos ovos por quatorze dias após a cópula. Utilizou-se o esquema de delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x10, com 14 repetições. Observou-se que os machos conseguem ficar em cópula por dez dias consecutivos sem alterar a postura, viabilidade embrionária e fertilidade dos ovos e a presença dos mesmos não causou estresse suficiente nas fêmeas a ponto de alterar as taxas de postura e viabilidade. Entretanto, as fêmeas apresentaram taxa de fertilidade superior à 70% apenas de três a cinco dias pós-cópula. Além disso, foi constatado que, cada dia após a cópula, diminui a chance em 5% dos ovos fertilizados chegarem ao final do desenvolvimento embrionário. Com as informações obtidas, uma nova proposta manejo reprodutivo pode ser utilizado, de acordo com o tamanho efetivo do plantel, considerando proporção de 1M:3F, de modo que o macho fique com uma fêmea diferente todo dia, e os ovos sejam coletados três dias após o coito, a fim de obter-se uma taxa alta de fertilidade e maior produção de filhotes no plantel. Ou alternativamente, para manter a proporção de 1M:2F, pode ser utilizado um dia de descanso para o macho.

**Palavras-chave:** *Coturnix coturnix coturnix*; Embriodignóstico; Fertilidade; Postura; Reprodução avícola.

## ABSTRACT

In meat quail mating systems, posture, embryonic viability and fertility are the main parameters for predicting the reproductive potential of the flock. The male's performance, however, can interfere in this context. Although the male's performance interferes in this context, the peculiarities of ejaculate collection make sperm evaluation difficult. The objective was to verify the reproductive performance of meat quails depending on the time the male is used for reproduction (1 to 10 days) and the storage time of sperm in the female after copulation (from 1 to 14 days). Thus, eighteen males were used, divided into two distinct lineages, which were mated with ten females each from the same lineage as the males, in order to collect information on egg laying, embryonic viability and fertility for fourteen days after mating. A completely randomized design was used, in a 2x10 factorial scheme, with 14 replications. It was observed that males can remain in copulation for ten consecutive days without altering the laying, embryonic viability and fertility of the eggs and their presence did not cause enough stress on the females to alter the laying and viability rates. However, females showed a fertility rate above 70% just three to five days post-copulation. Furthermore, it was found that, each day after copulation, the chance of fertilized eggs reaching the end of embryonic development decreases by 5%. With the information obtained, a new reproductive management proposal can be used, according to the effective size of the flock, considering a ratio of 1M:3F, so that the male stays with a different female every day, and the eggs are collected three days after coitus, in order to obtain a high fertility rate and greater production of offspring in the herd. Or alternatively, to maintain the 1M:2F ratio, a rest day for the male can be used.

**Keywords:** Coturnix coturnix coturnix; Embryodiagnosis; Fertility; Posture; Poultry reproduction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Sistema reprodutivo feminino das aves .....	14 p.
<b>Figura 2:</b> Sistema reprodutor masculino das aves .....	18 p.
<b>Figura 1:</b> Classificação das fases de desenvolvimento embrionário .....	40 p.
<b>Figura 2:</b> Fertilidade dos ovos em função dos dias de armazenamento de espermatozoides nas glândulas hospedeiras das fêmeas .....	41 p.



## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Representação esquemática do delineamento experimental ..... 38 p.

**Tabela 2:** Estatística do modelo para as variáveis ovos por fêmea dia (O/D), ovos postos que estavam viáveis (O/V), ovos viáveis que foram fecundados (F/V) e ovos férteis que chegaram a fase 3 de desenvolvimento (E/F) ..... 39 p.

**Tabela 3:** Esquemas A, B e C de sistema de acasalamento de codornas ..... 40 p.

## LISTA DE ABREVIACOES

Sptz/mL	Espermatozoides por mililitro
F	Fêmea
FSH	Hormônio folículo estimulante
GHE	Glândulas Hospedeiras de espermatozoides
GI	Glândulas infundibulares
GnRH	Hormônio Liberador de gonadotrofina
LH	Hormônio Luteinizante
M	Macho
mL	Mililitro
Sptz/g/dia	Espermatozoides por grama de testículo por dia
TGF- $\beta$	Fator de crescimento transformador Beta

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>13</b>
2.1.    Objetivo Geral.....	13
2.2.    Objetivos específicos.....	13
<b>3. Revisão de Literatura .....</b>	<b>14</b>
3.1.    Anatomia e fisiologia da fêmea .....	14
3.2.    Anatomia e fisiologia do macho .....	17
3.3.    Manejo reprodutivo .....	20
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>4. Artigo - Desempenho e proposta de manejo reprodutivo em codornas de corte .....</b>	<b>27</b>
4.1.    INTRODUÇÃO.....	28
4.2.    MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.3.    RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
<b>5. Considerações finais.....</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As aves domésticas se distinguem das outras fêmeas de produção pela capacidade de armazenar espermatozoides viáveis, durante um período de tempo relativamente longo, dentro do trato reprodutivo, mais especificamente, nas glândulas hospedeiras de espermatozoides (GHEs) (JOHNSON, 2010). Essa característica é útil para avicultura visto que possibilita melhor aproveitamento do macho como reprodutor, reduzindo seu tempo de permanência com as fêmeas para reprodução e evitando, assim, a exaustão e possíveis acidentes (MIRANDA *et al.*, 2013).

Atualmente, na coturnicultura, o manejo reprodutivo preconizado envolve a manutenção do macho junto a duas ou três fêmeas de forma contínua durante todo o período reprodutivo, sendo o tempo de permanência com a fêmea variável de acordo com o sistema de manejo, visto que são animais que conseguem se reproduzir o ano todo (IPEK *et al.*, 2004). Porém, não existem muitas informações acerca das consequências desse uso contínuo. Segundo Frangez e colaboradores (2005), o uso consecutivo do mesmo macho para reprodução resulta em aumento de alterações morfológicas nos espermatozoides, redução da motilidade, do volume e da concentração espermática.

Segundo Chelmonska e colaboradores (2008), o volume do ejaculado e a concentração espermática total nas codornas varia em torno de 0,027ml e  $696 \times 10^6$  espermatozoides/ml, respectivamente. Porém, devido ao baixo volume de ejaculado, geralmente são utilizados *pools* de sêmen de vários machos para possibilitar as análises espermáticas, o que diminui o efeito individual do macho (MASCARENHAS *et al.*, 2014).

Em virtude da dificuldade na obtenção do ejaculado para avaliação, o potencial reprodutivo dos machos nesta espécie também pode ser verificado pelo tempo em

que o mesmo consegue acasalar com fêmeas diferentes de modo a possibilitar produção ovos férteis (FROMAN *et al.*, 2004); MIRANDA *et al.*, 2013). Este potencial reprodutivo pode, inclusive, ser utilizado como parâmetro para seleção de animais melhoradores tanto para produção quanto para a reprodução, porém cuidado é importante se atentar às taxas de endogamia que em codornas é relativamente alta (MAHMOUD *et al.*, 2016).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar os parâmetros de postura, viabilidade embrionária e fertilidade em função do tempo de utilização do macho para a reprodução durante dez dias contínuos, e analisar o tempo de armazenamento do espermatozoide na fêmea após uma única cópula durante quatorze dias seguidos, a fim de gerar recomendações no manejo reprodutivo de codornas.

### **2.2. Objetivos específicos**

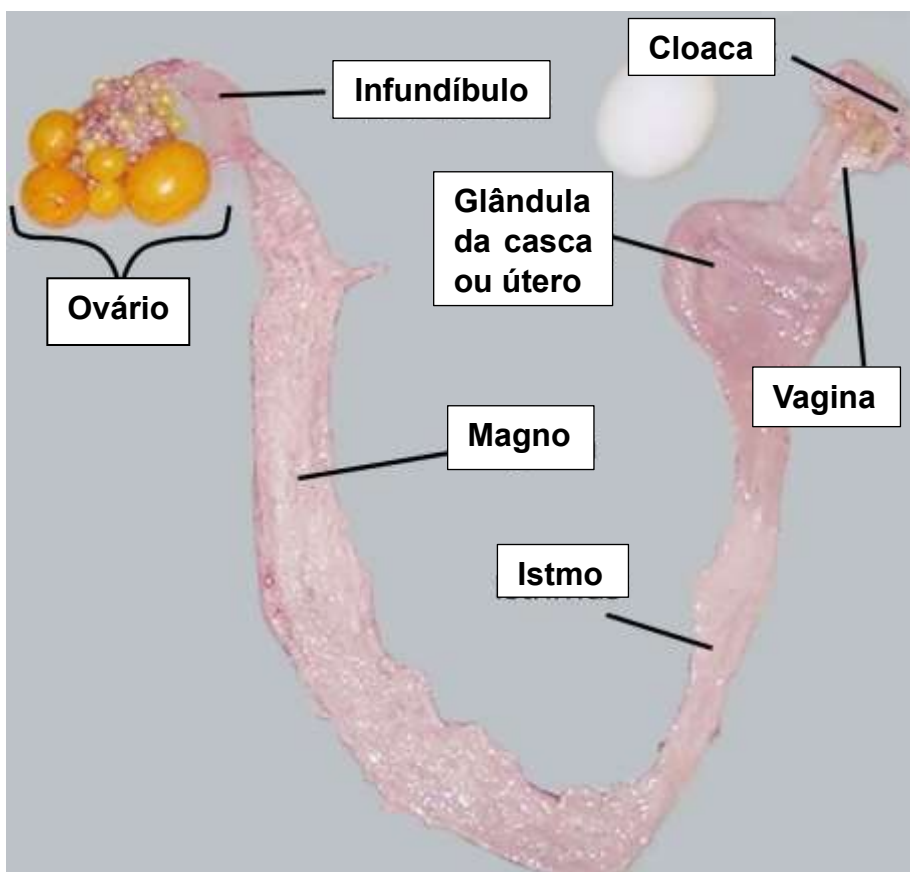
- Verificar os parâmetros de postura, viabilidade e fertilidade em função do tempo de utilização, de um a dez dias, do macho para a reprodução;
- Observar se existe queda no desempenho reprodutivo do macho da codorna com o uso contínuo do mesmo na reprodução;
- Analisar o tempo de armazenamento do espermatozoide na fêmea após a cópula, durante quatorze dias, através do embriodiagnóstico;
- Formular recomendações para o manejo reprodutivo de codornas, com os dados obtidos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Anatomia e fisiologia da fêmea

As aves silvestres e domésticas apresentam morfologia semelhante com relação ao sistema reprodutor, com maiores diferenças em relação aos hábitos reprodutivos e comportamentais (JOHNSON, 2010). De modo geral, o sistema reprodutivo das fêmeas, desenvolve-se apenas do lado esquerdo e, é composto por: ovário, oviduto e cloaca (SISSON; GROSSMAN, 1986). Sendo que a cloaca é uma estrutura comum para o sistema digestório e excretor (FLORIANO, 2013).

**Figura 1:** Sistema reprodutivo feminino das aves



**Fonte:** Adaptado de Dr. Jacquie Jacob, Universidade de Kentucky College of Agriculture

O ovário é o responsável pela produção do óvulo também conhecido como gema sobre a qual ocorre a deposição do albúmen, membranas da casca e casca durante sua passagem pelo oviduto (DYCE *et al.*, 2010). O oviduto é dividido em cinco partes:

infundíbulo, magno, istmo, útero e vagina. Além de ser o órgão responsável pela formação do ovo e fecundação, também participa dos processos de seleção, armazenamento e transporte de espermatozoides (BAKST, 2009). O peso médio do oviduto em algumas aves domésticas é de 14g em codornas (MORAES *et al.*, 2007), 52g em galinhas (OLIVEIRA *et al.*, 2006), 42,93g em marrecas (MORAES *et al.*, 2010) e 82,4g em peruas (VERMA; CHERMS, 1963).

O infundíbulo é o local onde ocorre a produção do material proteico que melhora a resistência da membrana pré-vitelina, como também, possibilita o armazenamento de espermatozoides nas glândulas do infundíbulo (GI), local onde ocorre a fecundação propriamente dita (JOHNSON, 2010). Segundo Miranda e colaboradores (2013), as GI's conseguem armazenar espermatozoides viáveis por até 96 horas. Além disso, é no infundíbulo que ocorre a formação da chalaza, filamento que permite que o disco germinativo fique sempre elevado, independente do rotacionamento do ovo (DYCE *et al.*, 2010)

O magno é a parte mais longa do oviduto, apresenta mucosa espessa e repleta de pregas devido à grande quantidade de glândulas, sendo estas as responsáveis pela adição da maior parte do albume no ovo, além de ser o local onde os elementos cálcio, sódio e magnésio são adicionados (SISSON; GROSSMAN, 1986; DYCE *et al.*, 2010). O istmo é caracterizado por ser mais fino que o magno e apresentar menos pregas na mucosa além de auxiliar na adição de albume ao ovo, como também é a região responsável pela formação das membranas interna e externa dentro do ovo (JOHNSON, 2010).

O útero, também conhecido como glândula da casca, é uma região semelhante a um saco, possuindo musculatura bem desenvolvida e espessa. É no útero onde

ocorre a formação da casca no ovo além da adição de água, sais e formação a cutícula. Também é onde ocorre a pigmentação da casca em codornas (SISSON; GROSSMAN, 1986). Segundo Artoni *et al.* (2001), a utilização de uma dieta com 24% de proteína resulta no aumento de espessura da camada glandular do magno, istmo e útero, produzindo ovos com maior peso e casca mais espessa.

Após o útero encontra-se a vagina. Na junção útero-vaginal, existem as glândulas hospedeiras de espermatozoides (GHE), cuja função é o armazenamento de espermatozoides, o que permitem a produção de ovos fecundados dias após a cópula (JOHNSON, 2010). O tempo de armazenamento dentro das glândulas varia de acordo com a espécie sendo em média: 45 dias em peruas (LONG *et al.*, 2003), 10 dias em codornas (MIRANDA *et al.*, 2013) e 32 dias em galinhas (FROMAN *et al.*, 2004). A vagina, em aves, serve como local de armazenamento para o ovo já formado, além de funcionar como uma barreira de seleção de espermatozoides pois somente os mais aptos à fecundação conseguem ascender as GHE's (JUNG *et al.*, 2011).

As GHE's se concentram ao longo da mucosa nas pregas da junção útero-vaginal, sendo que cada prega consegue armazenar espermatozoides em densidades diferentes (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Além disso, Miranda *et al.* (2009) relataram que o citoplasma das células que constituem as GHE's é acidófilo, indicando que a redução de pH auxilia no armazenamento dos espermatozoides. Um dos fatores mais importantes para a manutenção da viabilidade espermática nas GHEs é o fato dos espermatozoides permanecerem inativados quando armazenados, possibilitando significativa redução na produção de radicais livres de oxigênio (ROS) (BASKT, 1985). Outro fator que ajuda na manutenção espermática nas GHEs são as proteínas transferrina e albumina (MATSUZAKI *et al.*, 2020).

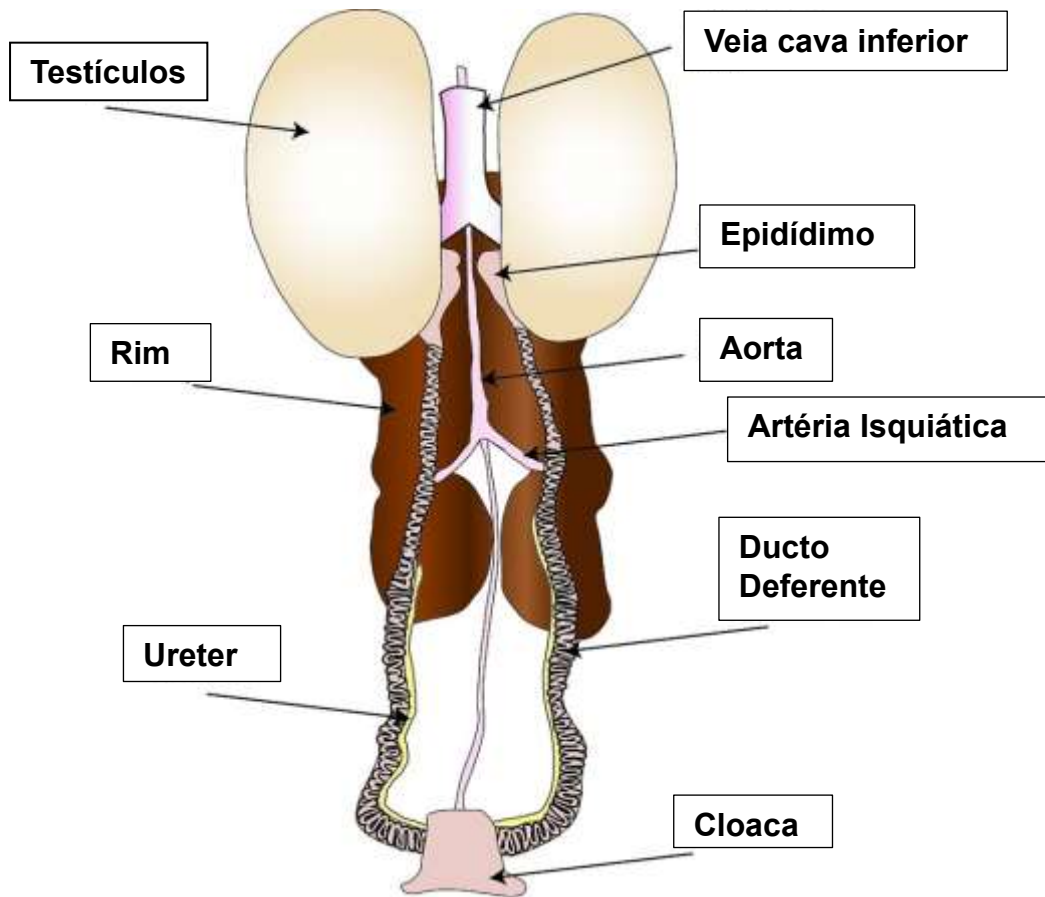


Outro aspecto interessante no armazenamento dos espermatozoides nas GHEs é que o sistema imunológico das aves não os reconhece como corpo estranho apesar de serem células haploides. Das *et al.* (2006) descobriram que as GHEs protegem os espermatozoides por meio da maior produção do fator de transformação de crescimento beta (TGF- $\beta$ ) quando os mesmos estão armazenados, a qual se conecta aos receptores específicos presentes na membrana espermática de modo que o sistema imunológico não consegue diferenciá-los, reduzindo a chance de uma resposta imune.

### 3.2. Anatomia e fisiologia do macho

Diferentes dos mamíferos, as aves possuem um sistema reprodutor masculino localizado intra-abdominal. Por conta disso, apresentam uma estruturação diferente, sendo composto somente por um par de testículos, epidídimos, ductos deferentes e um falo, localizado na cloaca. (FLORIANO, 2013). As glândulas acessórias não estão presentes no sistema reprodutor masculino nas aves (BONGALHARDO, 2013).

**Figura 2:** Sistema reprodutor masculino das aves



**Fonte:** Adaptado de Poultry Hub Australia (<https://www.poultryhub.org/anatomy-and-physiology/body-systems/reproductive-system>)

De forma geral, os testículos das aves, são grandes e assimétricos sendo o esquerdo maior que o direito, na maioria das espécies. Nas aves domésticas o peso testicular médio é de 10g em galos (FRAGOSO *et al.*, 2013); 2,11g codornas de postura (AMOROSO *et al.*, 2008); 3,11g em codornas de corte (SANTOS *et al.*, 2012) e em torno de 0,20% do peso corporal em perus (TONELLI, 2002). Segundo Fragoso e colaboradores (2013), galos que possuem testículos menores que 6g são considerados subférteis. Além disso, devido a posição dos testículos, as aves conseguem realizar a espermatogênese, em temperaturas corporais de 40 a 42°C (FROMAN *et al.*, 2004). Isso é possível, pois as aves apresentam maior expressão das proteínas que controlam o choque térmico por calor, ubiquitina e HSP70, durante

a espermatogênese, reduzindo os danos causados pela alta temperatura aos espermatozoides criados (MEZQUITA *et al.*, 1998). O desenvolvimento total dos testículos em codornas ocorre em torno dos 60 a 90 dias de idade (SANTOS *et al.*, 2012).

Os túbulos seminíferos, encontrados dentro dos testículos, apresentam uma rede de anastomoses mais complexa que nos mamíferos, sendo que nas aves domésticas, a capsula testicular apresenta menor quantidade de tecido conjuntivo. Porém, assim como em alguns grandes mamíferos, apresentam várias camadas de células mioides na região peritubular dos túbulos (BANKS *et al.*, 2006; AIRE; OZEGBE, 2007).

A espermatogênese ocorre nos túbulos seminíferos e, na maioria das aves, podem ocorrer de 8 a 12 transformações morfológicas nas células germinativas durante o processo (JOHNSON, 2010). Dentre todas as espécies domésticas, as codornas são as que possuem o ciclo espermático amplamente descrito na literatura, possuindo uma duração de 12,5 dias e tendo 12 transformações (FROMAN *et al.*, 2004). Enquanto que, nos galos, sabe-se que a espermatogênese dura em torno de duas semanas (BONGALHARDO, 2013) e apresenta de 8 a 10 transformações (VIZCARRA *et al.*, 2015). Segundo Aire (2003), nos perus ocorrem 12 transformações assim como nas codornas.

A produção espermática diária é calculada como sendo a produção de espermatozoides por grama de testículo por dia, sendo a produção das codornas em torno de  $92,5 \times 10^6$  (CLULOW; JONES, 1982). A concentração espermática varia entre  $592-812 \times 10^6$  espermatozóide/mL e o volume do ejaculado de 0,020-0,035mL (CHELMONSKA *et al.*, 2008). Em galos, a produção diária é de  $173 \times 10^6$  e a

concentração é de  $6,17 \times 10^9$  espermatozóide/mL e o volume do ejaculado de 0,19ml (BATH; CHAUDHARI, 2002; MACIEL *et al.*, 2008) e nos perus é de  $6,54 \times 10^9$  espermatozóides /ml e volume de 0,35ml (KOTLOWSKA *et al.*, 2005).

O epidídimo, nas aves, não é dividido aparecendo apenas como uma pequena proeminência nos testículos, localizados na região dorso-medial aos mesmos e sendo revestidos por apenas uma túnica albugínea (DYCE *et al.*, 2010). Nesta espécie, os ductos deferentes funcionam como o verdadeiro reservatório de espermatozoides, armazenando em média  $1,59 \times 10^9$  espermatozoides em galos (BATH; CHAUDHARI, 2002). O conjunto do ducto e do epidídimo é chamado de ducto extragonadal (FROMAN *et al.*, 2004).

Por fim, o falo, localizado na cloaca, varia de acordo com a espécie. Galos, perus e codornas possuem um pequeno falo que, durante o acasalamento, fica ingurgitado graças ao sistema linfático e o acasalamento ocorre por contato cloacal (JOHNSON, 2010). Enquanto que, os gansos e patos, possuem um órgão chamado de pseudopênis que é adaptado para a inserção na cloaca da fêmea e detém formato espiralado, entretanto o sêmen não passa por dentro do órgão é sim pelo sulco da espiral (VAZCARRA *et al.*, 2015).

### 3.3. Manejo reprodutivo

A reprodução é a parte fundamental para a sobrevivência das espécies, além de possibilitar variabilidade genética nas populações (HALLADIN, 2005). A reprodução nesta espécie, de forma geral, é o resultado de vários estímulos ambientais e comportamentais, sendo algum destes: período luminoso, alterações hormonais e disponibilidade de alimento (JOHNSON, 2010).

O manejo reprodutivo é o conjunto de práticas a fim de melhorar a eficiência e a fertilidade dos animais de produção (NOGUEIRA *et al.*, 2011). Na avicultura, o manejo visa a produção da maior quantidade de ovos férteis, sendo tanto o macho quanto a fêmea os focos principais para o sucesso (MAYES; TAKEBALLI, 1984). Na coturnicultura, a idade para início do manejo reprodutivo ocorre, em média, entre 42 e 48 dias de idade. Além disso, segundo Lima e colaboradores (2011), o peso da codorna influencia no desempenho reprodutivo, sendo 133,9g o peso ideal.

Os fatores utilizados para avaliação da performance reprodutiva nas aves são: fertilidade, peso do ovo, eclodibilidade e a proporção macho:fêmea. Segundo Carneiro e colaboradores (2014), codornas de idades diferentes sob o regime de luz (natural e artificial) de 17h, apresentam fertilidade média de 85,23%, a eclodibilidade de 86,87%, com peso médio dos ovos de 10,77g. Em relação a proporção macho:fêmea, Ipek *et al.* (2004) observaram que as fêmeas mantidas junto ao macho durante o período de acasalamento, apresentaram fertilidade maior usando a proporção de 1M:2F, em torno de 94%, enquanto que nas outras proporções 1M:1F, 1M:3F e 1M:5F obtiveram uma porcentagem menor, 87%, 90% e 86% respectivamente.

Devido ao rápido crescimento e reprodução das codornas, o cuidado com a possibilidade de consanguinidade no plantel é importante visto que acarreta perda de material genético além de aumentar as chances de herdabilidade de genes recessivos com perda de desempenho (BREDA *et al.*, 2004; NARINC *et al.*, 2013). Diferente do que ocorre em outras espécies, o potencial produtivo de codornas de linhagens genéticas é menor que as de raça pura (PIAO *et al.*, 2004). Minvielle e colaboradores (2002) observaram ainda diferença no peso corporal além de maior produção de ovos e menor peso dos ovos ao compararem três linhagens de codornas entre si. As

linhagens foram identificadas apenas como curta imobilidade tônica (STI), longa imobilidade tônica (LTI) e desenvolvida para precocidade (DD).

Outro fator importante no manejo reprodutivo na avicultura é o uso de programas de iluminação a fim de aumentar a produção e acelerar o desenvolvimento da ave (JORDAN; TAVARES, 2005). O principal motivo da utilização desses programas é de estimular as aves a se alimentarem por mais tempo a fim de aumentar o peso corporal, melhorar a conversão alimentar e o aproveitamento de carcaça (LIEN *et al.*, 2004).

Na reprodução, os programas de iluminação são utilizados com intuito de acelerar a maturidade sexual dos animais visto que a intensidade luminosa detectada pelo sistema ocular das aves estimula a produção de gonadotrofinas (GnRH) pelo hipotálamo com consequente liberação de hormônio luteinizante (LH) e folículo estimulante (FSH) na hipófise. Inclusive, durante o período escuro, ocorre a liberação da melatonina que inibe a produção de GnRH (JOHNSON, 2010). Segundo Gewehr e colaboradores (2005), o uso de um programa de iluminação intermitente de 15:30h de luz, sendo 15h de luz natural e 30 min de artificial, não altera a produção, peso e massa dos ovos obtidos, porém reduz o consumo alimentar e possibilita melhora na conversão alimentar/peso dos ovos.

Em relação ao tempo de uso macho no plantel, o mesmo é variável de acordo com a demanda, recursos disponíveis e do programa de melhoramento preconizado. A substituição dos machos é recomendada quando atingem 8 meses de idade, podendo permanecer no plantel por até 1 ano (MONDRY, 2016). Um fator que também influencia no descarte de machos reprodutores é a fertilidade e a libido. Segundo Aktan e Camci (2005), a codorna macho apresenta queda na fertilidade, avaliada através do número de ovos eclodidos e ovos postos, em termos de postura de ovos da fêmea, quando atinge 20 semanas de idade. De acordo com Ottinger e

colaboradores (1983), contudo, a redução do nível sérico de testosterona e da libido ocorre a partir das 70 semanas. Estudos referentes ao tempo de manutenção do macho com a fêmea para acasalamento, sem promover exaustão dos animais e queda da fertilidade, ainda são escassos na literatura (AKATN; CAMCI, 2005).

## REFERÊNCIAS

AMOROSO, L.; ARTONI, S. M. B.; 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**. v.37, n.1, p.61-66. 2008.

AKTAN, S.; CAMCI Ö. Effects of male breeder replacement on hatching results in Japanese quails. **Archiv für Geflügelkunde**, v.69, n.3. p.103–106, 2005.

ARTONI, S.M.B.; CARNEIRO, A.P.M.; GIACOMINI, G.; MORAES, V.M.B.; ARAÚJO, C.S.S.; ARAÚJO, L.F. Avaliação Macroscópica e Morfométrica do Oviduto de Codornas (*Coturnix coturnix japonica*) Quando Alimentadas com Diferentes Níveis de Proteína. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.3, n.3, 2001.

AIRE, T. A. Ultrastructural study of spermiogenesis in the turkey, *Meleagris gallopavo*. **Brazilian Poultry Science** v.44, n.1, p.674–682. 2003.

AIRE, T. A.; OZEGBE, P. C. The testicular capsule and peritubular tissue of birds: morphometry, histology, ultrastructure and immunohistochemistry. **Journal of Anatomy**, v. 210, n.2, p. 731-740, 2007.

BAKST M. R. Zinc reduces turkey sperm oxygen uptake in vitro. **Poultry Science**. V.64, n.2, p.564–566. 1985.

BAKST, M. Oviducal sperm and fertilisation in poultry. **Avian biology research**, v2, n1, p 1-5. 2009.

BANKS, F. C. L.; KNIGHT, G. E.; CALVERT, R. C.; TURMAINE, M.; THOMPSON, C. S.; MIKHAILIDIS, D. P.; MORGAN, R. J.; BURNSTOK, G. Smooth muscle and purinergic contraction of the human, rabbit, rat, and mouse testicular capsule. **Biology of Reproduction** v.74, p.473–480. 2006.

BATH, G. S.; CAHUDHARI, 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 AGRICULTURE & BIOLOGY**. V.4 n.4. 2002

BREDA, F. C.; EUCLYDES, R. F.; PEREIRA, C. S.; TORRES, R. A.; CARNEIRO, P. L. S.; SARMENTO, J. L. R.; TORRES FILHO, R. A.; MOITA, A. K. F. Endogamia e limite de seleção em populações selecionadas obtidas por simulação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.2017-2025, 2004.

BONGALHARDO, D. C. Produção e preservação do sêmen de galos. **Revista brasileira de reprodução animal**. V.37 n.2, p.131-135. 2013.

CARNEIRO, T. C.; SANTOS, T. C.; MURAKAMI, A. E.; ROSSI, R. M.; FANHANI, J. C.; STEFANELLO, C. 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.

CHELMONSKA, B.; JERYSZ, A.; LUKASZEWICZ, E. KOWALCYK, E.; MALECKI, I. Semen collection from Japanese quail (*Coturnix japonica*) using a teaser female. **Turkish Journal of Veterinary Animal Science**, v. 32, n. 1, p. 19-24, 2008.

DAS, S. C.; ISOBE, N.; NISHIBORI, M.; YOSHIMURA, Y. Expression of transforming growth factor-isoforms and their receptors in utero-vaginal junction of hen oviduct in presence or absence of resident sperm with reference to sperm storage. **Reproduction**, v.132, n.5, p.781–790. 2006.

DYCE, K. M.; WENSING, C. J. G.; SACK, W. O. Anatomia das aves. In: DYCE, K.M. et al. **Tratado de anatomia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 4ªed. 2010. Cap.37, p.631-650.

FLORIANO, L. S. **Anatomia e fisiologia das aves domésticas**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Urutaí. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2013.

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.

GEWEHR, C. E.; COTTA, J. T. B.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, H. J. EFEITOS DE PROGRAMAS DE ILUMINAÇÃO NA PRODUÇÃO DE OVOS DE CODORNAS (*Coturnix coturnix*). **Ciência agrotécnica**, v.29, n.4, p.857-865. 2005.

HALLDIN, K. Impact of endocrine disrupting chemicals on reproduction in Japanese quail. *Domestic Animal Endocrinology*, v.29, n.2, p.420–429.2005.

IPEK, A.; SAHAN, U.; YILMAZ, B. The effect of live weight, male to female ratio and breeder age on reproduction performance in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *South African Journal Of Animal Science*. V. 34, n.2. 2004.

JOHNSON, P. A. 2010. Reprodução de Aves, p. 1569-1594. In: Reece, W.O. Dukes, **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 4ª ed. Ed: Elsevier, Rio de Janeiro.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. Análise de diferentes sistemas de iluminação para sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.420-423, 2005.

JUNG, J. G.; LIM, W.; PARK, T. S.; KIM, J. N.; HAN, B. K.; SONG, G.; HAN, J. Y. Structural and histological characterization of oviductal magnum and lectin-binding patterns in *Gallus domesticus*. *Reproduction Biology Endocrinology*. V.9, n.62, 2011.

KIRBY, J. D.; FROMAN, D. P. Reproduction in Male birds. In: Whittow GC (ed.). **Sturkie's Avian Physiology**. 5th ed. pp. 597-615, Academic Press, London, 2000.

KOTLOWSKA, M.; GLOGOWSKI, J.; DIETRICH, G. J.; KOZLOWSKI, K.; FARUGA, A.; JANKOWSKI, J.; CIERESZKO, A. Biochemical characteristics and sperm production of turkey semen in relation to strain and age of the males. **Poultry Science**, v84, n.11, p.1763–1768. 2005.



- LIMA, H. J. D.; BARRETO, S. L. T.; MELO, D. S.; RIBAS, N. S. Diferentes pesos corporais ao final da fase de recria sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, 2011.
- LIEN, R. J.; HESS, J. B.; MCKEE, S. R.; BILGILI, S. F.; TOWNSEND, J. C. Effect of Light Intensity and Photoperiod on Live Performance, Heterophil-to-Lymphocyte Ratio, and Processing Yields of Broilers. **Poultry Science**, v.86, n.7, p.1287–1293, 2007.
- MACIEL, M. P.; COTTA, J. T. B.; MURGAS, L. D. S.; FREITAS, R. T. F. Desempenho e características do sêmen de galos leves submetidos a diferentes fotoperíodos. **Ciência agrotécnica**. V.32 n.4. p.1287-1291. 2008.
- MAHMOUD, B. Y. F.; ABOU KHADIGA, G.; EL-FULL, E. A. Correlated response to selection for some egg performance traits in egg line of Japanese quail. **Animal Production Science**, v.56, n.5, p.913-917. 2016.
- MASCARENHAS, R. M.; XAVIER, P. R.; MARQUES JÚNIOR, A. P. Ejaculados individuais e *pools* de sêmen: diferenças em condições experimentais. **Arquivo brasileiro de Medicina veterinária e zootecnia**. v.66, n.1, p.22-26. 2014.
- MATSUZAKI, M.; MIZUSHIMA, S.; DOHRA, H.; SASANAMI, T. Expression of Transferrin and Albumin in the Sperm-Storage Tubules of Japanese Quail and their Possible Involvement in Long-Term Sperm Storage. **Journal of Poultry Science**, v.57, n.2, p.88-96, 2020.
- MAYES, F. J.; TAKEBALLI, M. A. Storage of the eggs of the fowl (*Gallus domesticus*) before incubation: A Review. **World's Poultry Science**, v.40, p.131-140. 1984.
- MEZQUITA, B.; MEZQUITA, C.; MEZQUITA, J. Marked differences between avian and mammalian testicular cells in the heat shock induction and polyadenylation of Hsp70 and ubiquitin transcripts. **Federation of European Biochemical Societies Letters**, v.436, n.3, p.382–386. 1998.
- MINVIELLE, F.; MILLS, A. D.; FAURE, J. M.; MONVOISIN, J. L.; GOURICHON, D. Fearfulness and Performance Related Traits in Selected Lines of Japanese Quail (*Coturnix japonica*). **Poultry Science**, v.81, n.3, p.321–326. 2002.
- MIRANDA, J. L. P. S.; XAVIER, P. R.; MAHECHA, G. A. B.; Marques Junior, A. P. Período de permanência de espermatozoides em glândulas hospedeiras de espermatozoides e glândulas infundibulares em codorna de corte. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**. V.65, n.2, p.19-28. 2013.
- MONDRY, R. Quail farming in tropical regions. **The Pro-Agro Collection**. Wageningen – The Netherlands. P.31, 2016.
- MORAES, C.; BARALDI-ARTONI, S. M.; OLIVEIRA, D.; PACHECO, M. R.; AMOROSO, L.; FRANZO, V. S. Morfologia e morfometria do oviduto de codornas *Nothura maculosa*. **Ciência rural**. v.37, n.1, p146-152. 2007.
- MORAES, C.; BARALDI-ARTONI, S. M.; PACHECO, M. R.; NISHIZAWA, M.; NAKAGHI, L.S.O. Morfologia e histologia do oviduto de marrecas *Ana boschas*. **Arquivo Brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**. v.62, n.2, p.293-301. 2010.

NARINC, D.; KARAMAN, E.; AKSOY, T.; FIRAT, M. Z. Genetic parameter estimates of growth curve and reproduction traits in Japanese quail. **Poultry Science**, v.93, n.1, p.24–30. 2013.

NOGUEIRA, D. M.; ELOY, A. M. X.; LOPES JÚNIOR, E. S.; FIGUEIREDO, H. O. S.; DE SÁ, J. L.; SOUSA, P. H. F. Manejo reprodutivo. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. P.385-420.

SISSON, S.; GROSSMAN, J.D. **Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 2v

OLIVEIRA, V. M.; TAKATA, F. M.; BARATELLA-EVÊNCIO, L.; SIMÕES, M. J.; EVÊNCIO-NETO, J. Aspectos morfológicos do oviduto de galinhas domésticas (*Gallus gallus*) em produção. **Biológico**. V.38. suplemento, p.320-323. 2006.

OTTINGER, M.; A., DUCHALA, C. S.; MASSON, M. Age-related reproductive decline in the male Japanese quail. **Hormones and Behavior**, v.17, n.2, p.197–207. 1983.

PIAO, J., OKAMOTO, S., KOBAYASHI, S., WADA, Y., MAEDA, Y. Purebred and crossbred performances from a Japanese Quail line with very small body size. **Animal Research**, v.53, p.145-153, 2004.

SARABIA FRAGOSO, J.; PIZARRO DÍAZ, M.; ABAD MORENO, J.; CASANOVAS INFESTA, P.; RODRIGUEZ-BERTOS, A.; BARGER, K. Relationships Between Fertility and Some Parameters in Male Broiler Breeders (Body and Testicular Weight, Histology and Immunohistochemistry of Testes, Spermatogenesis and Hormonal Levels). **Reproduction in Domestic Animals**, v.48, n.2, p.345–352. 2012.

SANTOS, T. C.; MURAKAMI, A. E.; OLIVEIRA, C. A. L.; COSTA, P. D. Desenvolvimento corporal e testicular em machos de codornas de corte e postura de 25 a 360 dias. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V.32, n,11, p.1205-1212. 2012.

TONELLI, S. M. G. M. **Estudo morfológico dos órgãos genitais masculinos de Meleagris gallopao (Phasianidae-Galliformes), com ênfase nos testículos**. Tese (doutorado) – Universidade federal de São Paulo. Escola Paulista de medicina. P.156. 2002.

VIZCARRA, J. A.; ALAN, R.; KIRBY, J. Reproduction in male Birds. 2015. P.667-693. In: **Sturkie's avian physiology**. Academic Press, 7<sup>a</sup> ed. San diego, CA.

VERMA, O. P.; CHERMS, F. L. Observations on the oviduct of turkeys. **Avian diseases**. V.8 n.1. 1963.

WOODARD, A. E.; ABPLANALP, H. The Effects of Three Systems of Housing Turkey Breeder Males on Semen Quality and Quantity. **Poultry Science**, v54 n.3, p.872–880. 1975.

#### 4. ARTIGO - DESEMPENHO E PROPOSTA DE MANEJO REPRODUTIVO EM CODORNAS DE CORTE

##### Desempenho e proposta de manejo reprodutivo em codornas de corte

Nayra de Paula Montijo de Oliveira Barbosa\*, Daniel Dantas Pereira\*, João Vítor Soares Prates\*, Fabiana Ferreira\*, Felipe Gomes Silva\*, André Luiz Mendes Athayde\*, Letícia Ferrari Crocomo<sup>1\*</sup>

\* Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), Av. Universitária, 1.000. Bairro Universitário, Montes Claros/MG, CEP: 39.404-547. <sup>1</sup>Corresponding author: [leticia.crocomo@gmail.com](mailto:leticia.crocomo@gmail.com)

##### RESUMO

Parâmetros de postura, viabilidade embrionária e fertilidade podem ser utilizados para verificar o desempenho reprodutivo de codornas de corte em função do tempo de utilização do macho para a reprodução (1 até 10 dias) e do tempo de armazenamento dos espermatozoides na fêmea após a cópula (de 1 até 14 dias). Dessa forma, foram utilizados dezoito machos acasalados com dez fêmeas cada e coletadas as informações de postura, viabilidade embrionária e fertilidade de ovos por quatorze dias após a cópula. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x10, sendo 2 linhagens genéticas e 10 dias de utilização dos casais, com 14 repetições. Os machos (M) conseguiram permanecer em cópula por dez dias consecutivos, sem alterar postura e fertilidade dos ovos. Nas fêmeas (F), a presença e o possível estresse causado pelos machos não alteraram as taxas de postura e viabilidade embrionária dos ovos. Entretanto, observou-se que as fêmeas apresentaram taxa de fertilidade superior à 70% apenas de três a cinco dias pós-cópula, não obtendo o mesmo desempenho nos dois primeiros dias, nem de seis a quatorze dias de armazenamento. Nova proposta manejo reprodutivo pode ser utilizada, de acordo com o tamanho efetivo do plantel, considerando proporção M:F de 1:3, de modo que o macho fique com uma fêmea diferente a cada dia, repetindo esse ciclo por até três dias antes da última coleta de ovos. Para obtenção de maior taxa de fertilidade e produção de filhotes no plantel, os ovos devem ser coletados três dias após o coito. Alternativamente, pode ser mantida a proporção M:F de 1:2, sendo utilizado um dia de descanso para o macho.

**Palavras-chave:** *Coturnix coturnix coturnix*, Embriodiagnóstico, Fertilidade, Postura, Reprodução avícola.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

Em codornas, o volume seminal reduzido, decorrente da ausência das glândulas sexuais acessórias, e a produção de espuma antecedendo o ejaculado dificultam as análises espermáticas individuais para seleção dos machos reprodutores. O armazenamento espermático nas glândulas hospedeiras de espermatozoides (GHE), que ocorre na junção útero-vaginal do aparelho reprodutivo das aves, contudo, configura uma alternativa de predição do potencial reprodutivo dos machos uma vez que reflete a viabilidade espermática no sistema reprodutivo da fêmea, aumentando a taxa de desfrute do plantel. Além de possibilitar a produção de ovos férteis por mais tempo, garantindo a perpetuação da espécie mesmo sem a presença constante do macho (Miranda et al., 2013).

Usualmente, o manejo reprodutivo na coturnicultura envolve a inserção e permanência do macho junto a uma ou mais fêmeas durante o período reprodutivo, cuja a duração depende das características do sistema de produção e do potencial reprodutivo do macho (Ipek et al., 2004). Em diversas espécies de animais de produção, o uso contínuo do reprodutor resulta em redução da qualidade e volume espermático (El-Alamy et al., 2001; Frangez et al., 2005; Rashid et al., 2015). Em codornas, no entanto, as consequências decorrentes deste tipo de manejo ainda não estão bem estabelecidas. Além disso, por serem animais de reprodução rápida, existe alta possibilidade de ocorrência de consanguinidade, com conseqüente perda de material genético, redução de desempenho e expressão de genes recessivos prejudiciais (Breda et al., 2004).

Sendo assim, em virtude da escassez de informação sobre o tempo ideal de permanência do macho com a fêmea no período de acasalamento, objetivou-se, com este estudo, verificar postura, fertilidade e viabilidade embrionária em função do tempo de utilização do macho para a reprodução, além de avaliar o tempo de armazenamento espermático na fêmea após a cópula e possibilitar recomendações quanto ao manejo

reprodutivo mais adequado para codornas de corte.

#### **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no setor de coturnicultura do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA - UFMG), localizado na latitude 16° 44' 06" S, longitude 43° 51' 42" W e altitude média de 648 metros em Montes Claros no estado de Minas Gerais, com a aprovação do Comitê de Ética e Uso Animal, sob o protocolo nº 45/2022.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial (2x10), com dois grupos genéticos (ICA1 e ICA2) de machos (M) e fêmeas (F) combinados com 10 dias de utilização dos casais para a reprodução (Tabela 1), seguidos por 14 dias de coleta de ovos de cada fêmea após o coito.

Dessa forma, foram utilizadas nove codornas de corte machos de cada grupo genético (ICA1 e ICA2), totalizando 18 machos, com idade de 75 a 90 dias, maduros sexualmente. Para cada macho foram utilizadas 10 fêmeas de mesma idade e linhagem (n=180), totalizando 178 animais. Os machos foram trocados de gaiola diariamente, para copular com uma nova fêmea, que era mantida junto ao macho por 24h.

Os animais permaneceram em galpão fechado com ventiladores, em baterias de gaiolas de arame galvanizado de um nível, alojados de forma individual, com oferta de alimentação e água *ad libitum*. As médias de temperaturas diárias mínima e máxima durante o período do experimento foram de 20,5°C e 32,9°C, respectivamente e a umidade foi de 50%.

Após o único dia de cópula de cada fêmea, os ovos eram coletados no final da tarde e identificados durante 14 dias subsequentes, permitindo investigar a influência do tempo de armazenamento dos espermatozoides dentro das glândulas hospedeiras (GHE) sobre postura e fertilidade. Após a identificação, os ovos foram alojados em incubadora comercial e mantidos a 37,8°C e 60% de umidade, com ventilação contínua e viragem

automática a cada hora, por 14 dias.

Para garantir o óbito dos embriões, após 14 dias de incubação, os ovos foram mantidos por à 4°C por 48h, para interromper o desenvolvimento. Após este procedimento, os ovos foram quebrados e submetidos ao embriodiagnóstico. Na figura 1, pode-se observar a classificação utilizada para avaliar os embriões durante as fases do desenvolvimento embrionário.

Para verificação do desempenho reprodutivo foram mensurados por fêmea, o número de ovos postos sobre 14 dias de coleta (O/D), proporção de ovos postos que estavam viáveis (V/O), proporção de ovos viáveis que estavam férteis (F/V) e proporção de ovos férteis que alcançaram a fase 3 de desenvolvimento embrionário (E/F).

Para todas as variáveis respostas, O/D, V/O, F/V e E/F, foram realizadas análises de variância para verificar a ocorrência de interações entre os fatores grupo genético (1 e 2), tempo de utilização dos machos (1 a 10 dias) e número de dias após o coito da fêmea (0 a 14 dias). Considerando as interações não significativas, foram realizadas análises de variância da regressão conjuntas para verificar os efeitos linear e quadrático do número de dias de utilização dos machos e tempo de armazenamento dos espermatozoides nas fêmeas, conforme modelo:  $z_{ijk} = \alpha_0 + \beta_1x + \beta_2x^2 + \gamma_1y + \gamma_2y^2 + e_{ijk}$ .

Onde:  $z_{ijk}$  = valor observado para O/D, V/O, F/V ou E/F;  $\alpha_0$  = intercepto da modelo;  $x$  = número de dias em serviço do macho;  $\beta_1$  = efeito linear do tempo de utilização dos machos em dias;  $\beta_2$  = efeito quadrático do tempo de utilização dos machos em dias;  $y$  = número de dias entre o coito da fêmea e a postura do ovo;  $\gamma_1$  = efeito linear do tempo de armazenamento de espermas nas fêmeas;  $\gamma_2$  = efeito quadrático de armazenamento de espermas nas fêmeas;  $e$  = erro experimental associado à observação.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS. Para as características que apresentaram efeito quadrático, foi realizada a derivada do modelo

estimado em função do efeito e a derivada foi igualada à zero para obtenção do ponto máximo.

Os resultados foram utilizados para propor esquemas de manejo reprodutivo para as codornas, um representando o esquema tradicional de manejo (A) e outros dois alternativos (B e C). Para todos os esquemas foram calculados o tamanho efetivo  $[4MF/(M+F)]$  e a taxa de incremento da endogamia  $(0,5/N)$ , considerando duas populações hipotéticas, 96 e 48 fêmeas, respectivamente. M representa o número de machos, F o número de fêmeas e N o tamanho efetivo.

### **4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A ausência de efeito linear ou quadrático do tempo de utilização dos machos para a reprodução para todas as características avaliadas indica que a utilização do macho por até dez dias consecutivos não interferiu na fertilidade e qualidade embrionária (Tabela 2).

A espermatogênese das codornas dura de 8 a 12 dias e, são produzidos, em média,  $92,5 \times 10^6$  espermatozoides por grama de testículos ao dia (Froman et al., 2004), de modo que, um ejaculado contém concentração média de  $12 \times 10^6$  espermatozoides por mL (Webtworth and Mellen, 1963). Essa condição difere do observado na maioria dos mamíferos domésticos, cuja espermatogênese tem duração média variando entre 40-60 dias (Franca et al., 2005; Arruda et al., 2015; Botha et al., 2022). Essa intensa renovação espermática nas codornas possibilita o uso do macho para acasalamento por vários dias consecutivos, sem redução da fertilidade, como confirmado nesta pesquisa (Tabela 2) .

Abuoghaba et al. (2022) constataram redução da fertilidade e postura decorrentes do estresse quando codornas fêmeas foram alojadas em gaiolas com o macho por 16 semanas na proporção de 1M:2F, o que demonstra que o tempo de permanência do macho com as fêmeas e a proporção M:F pode interferir negativamente na produtividade do plantel. O efeito estressor da presença do macho pode ser amenizado quando machos e

fêmeas são mantidos em gaiolas individuais próximas uma das outras, durante toda a criação no plantel (Wechsler and Schmid, 1998).

Entretanto, a manutenção da postura e da viabilidade dos ovos (p-valor <0,0001, Tabela 2) neste experimento, indicaram que a presença do macho e coleta dos ovos por 14 dias após a cópula não estressou suficientemente a fêmea a ponto de alterar a postura ou a qualidade dos ovos, quando mantidos na proporção 1M:1F por 24 horas. Indiretamente, pode-se inferir que não houve exaustão do macho, possível causadora de redução da libido e do potencial reprodutivo.

Para a característica ovos viáveis férteis (F/V) ocorreu comportamento quadrático em função do número de dias após a cópula, refletindo o tempo de armazenamento espermático nas GHE. A relação F/V foi superior à 70% apenas entre o terceiro e quinto dia após a cópula. Até o oitavo dia após a cópula, as porcentagens superaram ao menos 60%, seguida por redução importante a partir do nono dia e alcançando valor estimado mais baixo de 3,8% no décimo quarto dia (Figura 2). Isso indica que esperar, ao menos, o terceiro dia após a primeira cópula para coleta do ovo pode trazer vantagens na fertilidade com impacto direto no rendimento de incubação.

A obtenção de ovos férteis até o décimo quarto dia após o acasalamento, apesar da redução da fertilidade após o quinto dia de postura, é decorrente, provavelmente, da presença das glândulas infundibulares (GI) nas codornas. Estas, além das GHE, conseguem armazenar pequena quantidade espermatozoides em movimento de ascensão ao oviduto. Este resultado corrobora com Miranda et al. (2013), que constataram a presença de espermatozoides férteis nas GHE e GI das codornas durante 14 dias.

Para ovos férteis que alcançaram a fase 3 (E/F), o modelo escolhido foi o que inclui intercepto e efeito linear para número de dias após a cópula. Assim, a cada dia posterior à cópula, a chance de um ovo fertilizado se desenvolver até a fase 3 é reduzida em 5%.



Segundo Akhtar et al. (2022) durante o armazenamento dos espermatozoides nas GHE e GI, ocorre redução de qualidade espermática em virtude da produção de radicais livres, o que pode impactar no desenvolvimento embrionário posterior.

Evidências demonstram que, ao entrarem nas GHE, os espermatozoides se tornam imóveis por causa do pH ácido local. Essa imobilidade contribui para redução da produção de radicais livres de oxigênio, antes de ascenderem para o infundíbulo, local da fecundação (Bakst 1987; Yang et al., 2021). Além das características espermáticas, fatores como condições de armazenamento dos ovos, temperatura e umidade de incubação assim como a idade da matriz (Reis et al., 1997) também podem interferir na mortalidade embrionário.

A partir dos resultados deste estudo foi possível propor diferentes manejos reprodutivos para codornas de corte para otimizar o uso do macho e obter maior taxa de fertilidade, conforme esquematizado na tabela 3.

No esquema A (Tabela 3), usualmente utilizado nos planteis, considerado manejo tradicional, o macho é mantido dentro da gaiola com a mesma fêmea durante o dia inteiro para, no dia seguinte, ser colocado com outra fêmea por 24h, alternando entre essas duas matrizes durante todo o período reprodutivo. Sendo a coleta de ovos fertilizados realizada no dia seguinte a cópula.

O esquema B (Tabela 3) considera um dia de descanso para o macho. Este permanece 24h com uma fêmea, o dia seguinte com outra matriz e no terceiro dia é mantido sozinho para descanso. Essa recomendação é válida para planteis menores, pois o dia de descanso permite maior controle da fertilidade. Os ovos fertilizados podem ser coletados a partir do terceiro dia após cópula em virtude da fertilidade superior à 70%, conforme os resultados apresentados (Figura 2).

No esquema C (Tabela 3) são utilizadas três fêmeas por macho durante o período de

acasalamento, sendo alternado entre as três fêmeas, pois o macho consegue ficar 10 dias consecutivos em cópula, sem interferir na fertilidade. A coleta dos ovos nesse esquema também pode se realizada três dias após a cópula.

O uso de três fêmeas é o melhor a ser utilizado em planteis maiores, uma vez que possibilita melhor eficiência reprodutiva e viabiliza maior diferencial de seleção nos machos, sem ocasionar problemas de endogamia e rápida redução na variabilidade genética, em decorrência do maior número de indivíduos. Já do ponto de vista reprodutivo, não promove redução da taxa de fertilidade das fêmeas, visto que após três dias de cópula com a primeira fêmea, o macho volta a copular com esta, mantendo o armazenamento de espermatozoides nas GHE.

Dentre os esquemas apresentados, o C apresenta maior eficiência e taxa de desfrute dos animais, pois um macho consegue acasalar com mais fêmeas e ainda manter a taxa de fertilidade alta. Entretanto, para adotar este método deve ser considerado o tamanho efetivo do plantel, para evitar a redução no número de famílias e na variabilidade populacional e, conseqüentemente, a endogamia.

Considerando plantel hipotético com 96 fêmeas em reprodução, utilizando os esquemas A e B, seriam necessários 48 machos para reprodução, gerando tamanho efetivo de 128 animais e o incremento da endogamia de 0,39%. Com o esquema C, seriam necessários 32 machos gerando tamanho efetivo de 96 animais e a taxa de incremento endogâmico seria 0,52%.

Para população hipotética menor, com apenas 48 fêmeas em reprodução, nos esquemas A e B seriam necessários 24 machos, em tamanho efetivo de 64 animais, com 0,78% de incremento de endogamia. No esquema C, seriam requeridos 16 machos, em tamanho efetivo de 48 animais, sendo 1,04% a estimativa de incremento de endogamia, gerando redução de variabilidade mais rápida, além de maior ocorrência de defeitos

congênitos e falhas reprodutivas nas futuras gerações.

Desse modo, o esquema A, considerado tradicional, pode ser substituído por C em populações maiores, por otimizar o uso do macho, enquanto o esquema B seria mais indicado para plantéis pequenos, no intuito de reduzir a endogamia e fornecer tempo de descanso aos animais, sem prejuízo à eclosão. É importante, portanto, adequar o manejo reprodutivo conforme o tamanho do plantel e o risco de endogamia a ser admitido.

Com isso, o presente estudo permite concluir que o macho da codorna pode permanecer em reprodução por 10 dias consecutivos sem alteração da viabilidade espermática, postura e fertilidade dos ovos, enquanto as fêmeas apresentam fertilidade superior à 70% do terceiro ao quinto dia pós-coito. Essa condição possibilita manejo reprodutivo com uso de até três fêmeas para cada macho, em dias alternados, com os ovos coletados a partir do terceiro dia após o primeiro acasalamento, sendo necessário nova cópula a cada de três dias por fêmea.

## REFERÊNCIAS

- Abuoghaba, Ahmed Abdel-Kareem, Fatma Ali, Dina A. Selim, A. A. Abdel-Wahab, and Mostafa Galal Abdelfattah. "Impact of Male-female Cohabitation Period on Behavioral Aspects, Fertility, Hatchability, and Hormonal Estimates of Japanese Quail." *Poultry Science* 101, no. 1 (January 1, 2022): 101530. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101530>.
- Arruda, R. P., Celeghini, E. C. G., Garcia, A. R., Santos, G. C., Leite, T. G., Oliveira, L. Z., Lançoni, R., Rodrigues, M. P. Morfologia espermática de touros: interpretação e impacto na fertilidade. *Revista brasileira de reprodução animal* n° 39, 1:47-60, (January/March, 2015).
- Barbosa, V M, N C Baião, Lara, R Rocha, M A Pompeu, S Martins, R C Leite, and S V Caçado. 2015. "Efeitos Da Umidade Relativa Do Ar Na Incubação E Da Idade Da Matriz Leve Sobre a Eclodibilidade, Qualidade Dos Pintos Recém-Eclodidos E Desempenho Da Progênie." *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria E Zootecnia* 67 (3): 882–90. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-7283>.
- Bakst, M. R. 1987. "Anatomical basis of sperm-storage in the avian oviduct." *Scanning Microscopy*, 1:257-1266. Available at: <https://digitalcommons.usu.edu/microscopy/vol1/iss3/40>
- Botha, A. E., Schulman, M. L., Birrell, J., du Plessis, L., Laver, P. N., Soley, J., Colenbrander, B., & Bertschinger, H. J. "Effects of an anti-gonadoliberin releasing hormone vaccine on testicular, epididymal and spermatogenic development in the

- horse". *Reproduction in Domestic Animals* 57, n.8, 919-927.
- Breda, F. C., Euclides, R. F., Pereira, C. S., Torres, R. A., Carneiro, P. L. S., Sarmento, J. L. R., Torres Filho, R. A., Moita, A. K. F. "Endogamia e Limite de Seleção em Populações Seleccionadas Obtidas por Simulação." *Revista Brasileira de Zootecnia* 33, 6:2017-2025. 2004.
- El-Alamy, M. A., R. H. Foote e E. Hare. "Sperm output and hormone concentrations in finn and dorset rams exposed to long- and short-day lighting". *Theriogenology* 56, n.º 5 (september 2001): 839–54. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00612-4](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00612-4).
- Franca, L.R.; Avelar, G.F.; Almeida, F.F. "Spermatogenesis and sperm transit through the epididymis in mammals with emphasis on pigs". *Theriogenology* 63, n.2, 300–318, 2005.
- Frangez, R.; Gider, T.; Kosec, M. Frequency of Boar Ejaculate Collection and its Influence on Semen Quality, Pregnancy Rate and Litter Size. *Acta Veterinaria Brno*, Ljubljana, v. 74, n. 2, p. 265-273, June, 2005.
- 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
- Fujii, Shunsaku, and Tatsudo Tamura. "Location of Sperms in the Oviduct of the Domestic Fowl with Special Reference to Storage of Sperms in the Vaginal Gland." *Journal of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University* 5, no. 1 (December 20, 1963): 145–63. <https://doi.org/10.15027/39987>.
- Ipek, A., Sahan, U. Yilmaz, B. "The effect of live weight, male to female ratio and breeder age on reproduction performance in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*)". *South African Journal of Animal Science*, Menlo Park 34, no. 2 (January 1, 2004) :130-134
- Matsuzaki, Mei, Shusei Mizushima, Hideo Dohra, and Tomohiro Sasanami. "Expression of Transferrin and Albumin in the Sperm-Storage Tubules of Japanese Quail and Their Possible Involvement in Long-Term Sperm Storage." *Journal of Poultry Science* 57, no. 1 (January 1, 2020): 88–96. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0190049>.
- Miranda, J. L. P. S., P. R. Xavier, Germán Arturo Bohórquez Mahecha, and A.P. Marques Júnior. "Período De Permanência De Espermatozoides Em Glândulas Hospedeiras De Espermatozoides E Glândulas Infundibulares Em Codorna De Corte." *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia* 65, no. 1 (February 1, 2013): 19–28. <https://doi.org/10.1590/s0102-09352013000100004>.
- Pedroso, Adriana Ayres, Marcos Barcellos Café, Nadja Susana Mogyca Leandro, José Henrique Stringhini, and Leandro Silva Chaves. 2006. "Desenvolvimento Embrionário E Eclodibilidade de Ovos de Codornas Armazenados Por Diferentes Períodos E Incubados Em Umidades E Temperaturas Distintas." *Revista Brasileira de Zootecnia* 35 (6): 2344–49. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982006000800021>.
- Rashid, Md Mahbubur, Md Azharul Hoque, Khan Shahidul Huque e Abul Kashem Fazlul Haque Bhuiyan. "Effect of Semen Collection Frequency and Scrotal Circumference on Semen Quality Parameters in Brahman x Local Crossbred Bulls". *Advances in Animal and Veterinary Sciences* 3, n.º 12 (november 8, 2015): 677–84. <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2015/3.12.677.684>.
- Reis, L. H., Gama, L. T. and MC Soares, M. C. 1997. "Effects of Short Storage Conditions and Broiler Breeder Age on Hatchability, Hatching Time, and Chick Weights." *Poultry Science* 76(11):1459–66. <https://doi.org/10.1093/ps/76.11.1459>.
- Romao, JM, TGV Moraes, RSC Teixeira, WM Cardoso, and CC Buxade. 2008. "Effect of

- Egg Storage Length on Hatchability and Weight Loss in Incubation of Egg and Meat Type Japanese Quails.” *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 10 (3): 143–47. <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2008000300001>.
- Vick, S.V., J. Brake, and T.J. Walsh. 1993. “Relationship of Incubation Humidity and Flock Age to Hatchability of Broiler Hatching Eggs.” *Poultry Science* 72 (2): 251–58. <https://doi.org/10.3382/ps.0720251>.
- Wentworth, B. C., and W. J. Mellen. “Egg production and fertility following various methods of insemination in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*).” *Reproduction* 6, no. 2 (October 1, 1963): 215–20. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0060215>.
- Wechsler, B., and I. Schmid. "Aggressive pecking by males in breeding groups of Japanese quail (*Coturnix japonica*)". *British Poultry Science* 39, n.º 3 (july, 1998): 333–39. <https://doi.org/10.1080/00071669888863>.
- Yang, Ge, Shaomei Li, Qianqian Zhao, Jinyu Chu, Baogui Zhou, Shijie Fan, Fengying Shi, et al. “Transcriptomic and Metabolomic Insights Into the Variety of Sperm Storage in Oviduct of Egg Layers.” *Poultry Science* 100, no. 6 (June 1, 2021): 101087. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101087>.

**Tabela 1:** Representação esquemática do delineamento experimental

LINHAGENS							
ICA 1				ICA 2			
Macho	Fêmea	Cópula (dia)	Coleta de ovos (dias)	Macho	Fêmea	Cópula (dia)	Coleta de ovos (dias)
1	1	1	2 ao 16	10	91	1	2 ao 16
	2	2	3 ao 17		92	2	3 ao 17
	3	3	4 ao 18		93	3	4 ao 18
	4	4	5 ao 19		94	4	5 ao 19
	5	5	6 ao 20		95	5	6 ao 20
	6	6	7 ao 21		96	6	7 ao 21
	7	7	8 ao 22		97	7	8 ao 22
	8	8	9 ao 23		98	8	9 ao 23
	9	9	10 ao 24		99	9	10 ao 24
	10	10	11 ao 25		100	10	11 ao 25
...	...	...	...	...	...	...	...
9	81	1	2 ao 16	18	171	1	2 ao 16
	82	2	3 ao 17		172	2	3 ao 17
	83	3	4 ao 18		173	3	4 ao 18
	84	4	5 ao 19		174	4	5 ao 19
	85	5	6 ao 20		175	5	6 ao 20
	86	6	7 ao 21		176	6	7 ao 21
	87	7	8 ao 22		177	7	8 ao 22
	88	8	9 ao 23		178	8	9 ao 23
	89	9	10 ao 24		179	9	10 ao 24
	90	10	11 ao 25		180	10	11 ao 25

**Legenda:** O macho 1 era colocado com a fêmea “a” da mesma linhagem durante o dia 1 de acasalamento, no dia seguinte, o mesmo macho era colocado com a fêmea “b” e assim sucessivamente, até chegar na fêmea “j” no dia 10 de acasalamento. Os ovos eram coletados no dia seguinte após a cópula, durante 14 dias.

**Tabela 2:** Estatística do modelo para as variáveis ovos por fêmea dia (O/D), ovos postos que estavam viáveis (O/V), ovos viáveis que foram fecundados (F/V) e ovos férteis que chegaram a fase 3 de desenvolvimento (E/F).

Variáveis	Estatísticas	$\alpha_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\gamma_1$	$\gamma_2$
O/D	Parâmetro	0.4975	---	---	---	---
	P-Valor	<0.0001	ns	ns	ns	ns
V/O	Parâmetro	0.8940	---	---	---	---
	P-Valor	<0,0001	ns	ns	ns	ns
F/V	Parâmetro	0,5948	---	---	0,0568	-0,0069
	P-Valor	<0,0001	ns	ns	0,0006	<0,0001
E/F	Parâmetro	0.6093	---	---	-0.0500	---
	P-Valor	<0,0001	ns	ns	<.0001	ns

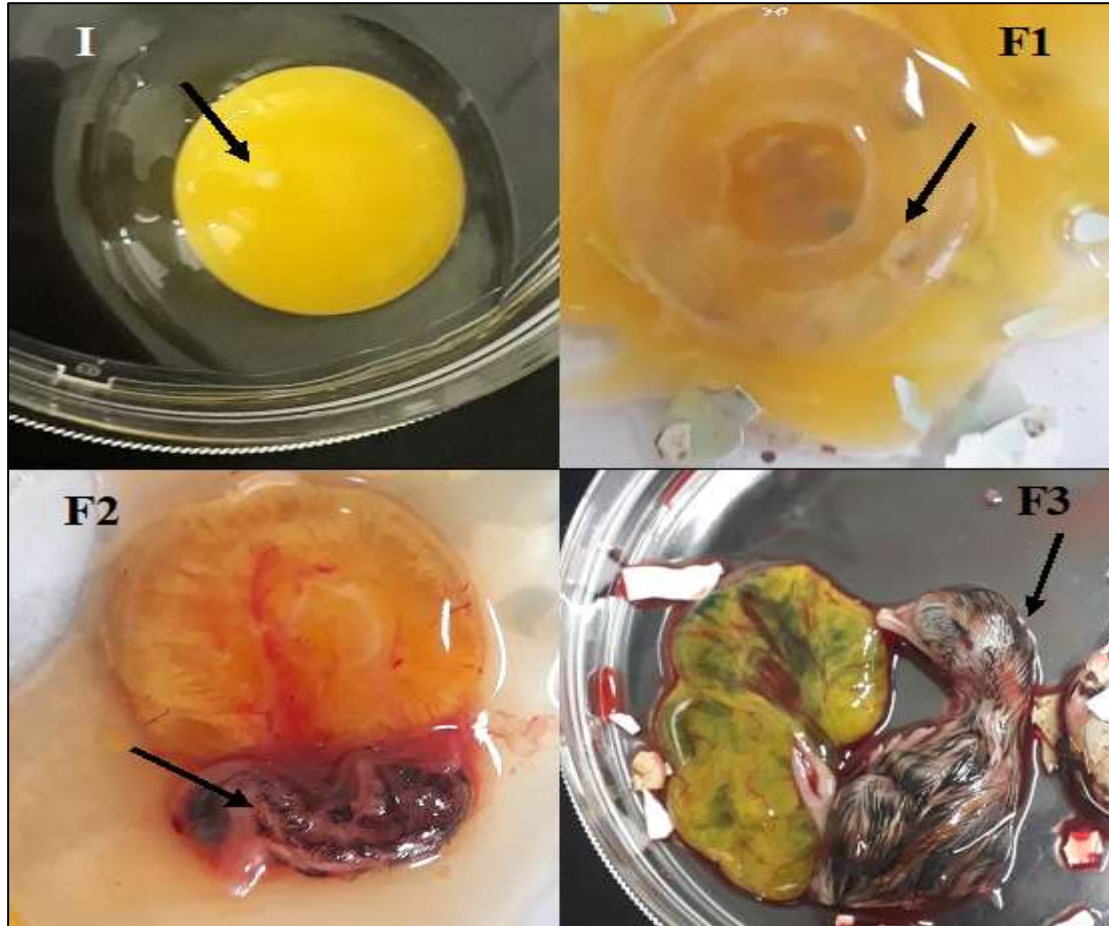
$\alpha_0$  intercepto da equação;  $\beta_1$  e  $\beta_2$  coeficientes linear e quadrático para número de dias dos machos em uso reprodutivo;  $\gamma_1$  e  $\gamma_2$  coeficientes linear e quadrático para número de dias após o acasalamento com a fêmea.

**Tabela 3:** Esquemas A, B e C de sistema de acasalamento de codornas.

<b>Esquemas de macho</b>	<b>Macho</b>	<b>Fêmeas</b>	<b>Dias de cópula</b>	<b>Início da coleta de ovos</b>
A (1M:2F)	1	A	1º, 3º, 5º, ...	2º dia
		B	2º, 4º, 6º, ...	3º dia
B (1M:2F)	1	A	1º, 4º, 7º, ...	4º dia
		B	2º, 5º, 8º, ...	5º dia
		Descanso	3º, 6º, 9º, ...	Descanso
C (1M:3F)	1	A	1º, 4º, 7º, ...	4º dia
		B	2º, 5º, 8º, ...	5º dia
		C	3º, 6º, 9º, ...	6º dia

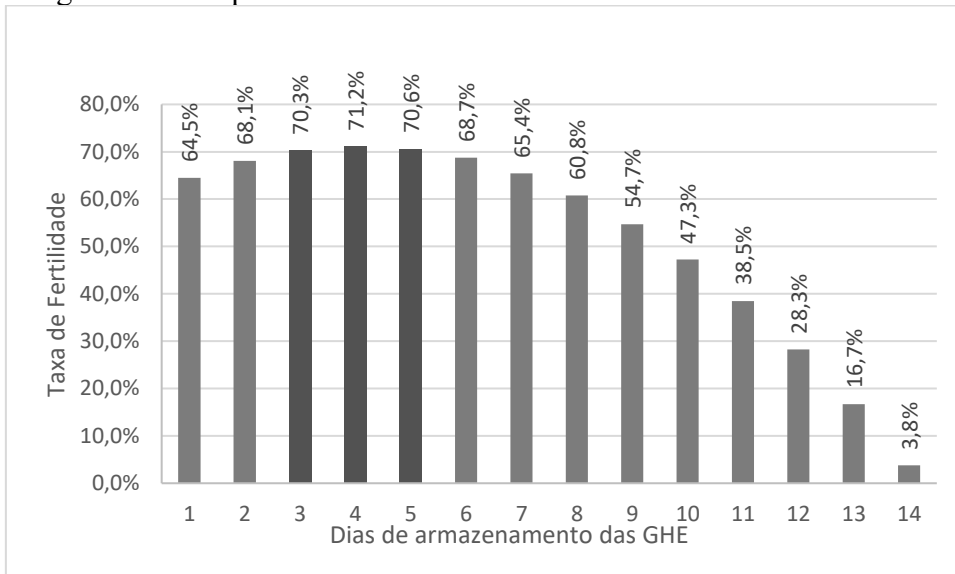


**Figura 1:** Classificação das fases de desenvolvimento embrionário.



**Legenda:** I = Infértil; F1 = Fase de aparecimento do disco embrionário, formação de vasos sanguíneos e desenvolvimento de olhos e bicos; F2 = Fase de Formação e crescimento do embrião, aparecimento de penas; F3 = fase de embrião totalmente formado, pronto para a eclosão. Fotos: Da autora, 2022.

**Figura 2:** Fertilidade dos ovos em função dos dias de armazenamento de espermatozoides nas glândulas hospedeiras das fêmeas.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O macho da codorna consegue permanecer em reprodução por 10 dias consecutivos sem alteração da viabilidade espermática, postura e fertilidade dos ovos, enquanto as fêmeas apresentam fertilidade maior durante o terceiro e quinto dia pós-coito refletindo o potencial de armazenamento de espermatozoides nas glândulas hospedeiras.

Diante disso, propõe-se um manejo reprodutivo alternativo para grandes planteis, com uso de três fêmeas para cada macho (1M:3F), em dias alternados, sendo necessário um novo coito de três em três dias por fêmea, e a coleta dos ovos sendo realizada três dias após o acasalamento.