UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

RESULTADOS PRODUTIVOS NO INCUBATÓRIO E NA GRANJA DE FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO SISTEMA DE INCUBAÇÃO EM ESTÁGIO MÚLTIPLO E ESTÁGIO ÚNICO

Mariana Alves Mesquita
Orientador: Prof. Dr. Emmanuel Arnhold

GOIÂNIA
2013

Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor: **Mariana Alves Mesquita** E-mail: **marianameski@hotmail.com**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não

Vínculo Empregatício do autor: **Nenhum** Agência de fomento: CAPES

País: **Brasil** UF:**GO** CNPJ: Sigla:

Título: Resultados produtivos no incubatório e na granja de frangos de corte utilizando sistema de incubação em estágio múltiplo e estágio único Palavras-chave: **desempenho zootécnico, eclodibilidade, incubação artificial**

Título em outra língua: **Productive results of broiler chickens at the incubatory and the farm using single and multiple incubation system**

Palavras-chave em outra língua: **artificial incubation, growth performance, hatchability**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **02/04/2013**

Programa de Pós-Graduação:**Ciência Animal**

Orientador(a):**Emmanuel Arnhold** E-mail: **emmanuelarnhold@yahoo.com.br**

Co-orientador(1): **Elisabeth Gonzales** E-mail: elisa.gonzales@uol.com.br

Co-orientador(2): **Nadja Susana Mogyca Leandro** E-mail: **mogyca@vet.ufg.br**

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?[1] ☒ total ☐ parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[ ] Capítulos. Especifique:

[ ] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Goiânia 1 de julho de 2013

Mariana Alves Mesquita

Assinatura do(a) autor(a)

[1] Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

MARIANA ALVES MESQUITA

RESULTADOS PRODUTIVOS NO INCUBATÓRIO E NA GRANJA DE FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO SISTEMA DE INCUBAÇÃO EM ESTÁGIO MÚLTIPLO E ESTÁGIO ÚNICO

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás

Área de Concentração:
Produção Animal

Orientador:
Prof. Dr. Emmanuel Arnhold – EVZ/UFG

Comitê de Orientação:
Prof.ª Dr.ª Elisabeth Gonzales – EVZ/UFG
Prof.ª Dr.ª Nadja Susana Mogyca Leandro – EVZ/UFG

GOIÂNIA
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

M582r

Mesquita, Mariana Alves.
Resultados produtivos no incubatório e na granja de frangos de corte utilizando sistema de incubação em estágio múltiplo e estágio único [manuscrito] / Mariana Alves Mesquita. - 2013.
xiii, 90 f. : figs., tabs.

Orientadora: Profª. Drª. Emmanuel Arnhold; Co-orientadoras: Profª. Drª. Elisabeth Gonzales, Prof. Drª. Nadja Susana Mogyca Leandro.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2013.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras e tabelas.

1. Frango de corte – Desempenho zootécnico. 2. Ovos – Eclodibilidade. 3. Frango de corte – Incubação artificial. I. Título.

CDU: 636.5.033.082.474

Mariana Alves Mesquita

Dissertação defendida e aprovada em **02/04/2013**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Emmanuel Arhnold
(ORIENTADOR (A))

Profa. Dra. Érika Salgado Politi Braga Saldanha - APTA

Prof. Dr. Marcos Barcellos Café

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais e avós por todo amor, confiança e incentivo em todos os momentos da minha vida, dedico com imenso carinho e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Em tempos em que quase ninguém se olha nos olhos, em que a maioria das pessoas pouco se interessa pelo que não lhe diz respeito, só mesmo agradecendo àqueles que perceberam minhas indecisões, meus erros e dificuldades e gastaram um pouco da sua energia e tempo comigo, insistindo.

Agradeço a Deus por se fazer presente em todos os momentos da minha vida. Sou eternamente grata pela sabedoria, força, coragem, saúde e fé que me foi dada.

Aos meus pais Maria Luzia e Donizete, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade. Agradeço, em especial, a minha querida MÃE que sempre esteve ao meu lado quando eu mais precisei. Muito obrigada por seu tão fiel amor e companheirismo.

Aos meus amados avós Sebastiana e Alcidino, que sempre foram meus exemplos de vida, de amor e dignidade. Obrigada por contribuírem para a minha formação pessoal e educacional.

Ao meu querido irmão, namorado e a todos da minha família, tios, tias e primos por acreditarem na minha capacidade e por toda força e carinho proporcionados.

Ao Prof. Dr. Emmanuel Arnhold, pela disposição em orientar-me e por todo apoio e aprendizado proporcionados.

A Profª. Dra. Elisabeth Gonzales, por quem tenho grande respeito e admiração, pela paciência e dedicação em me transmitir um pouco de seus conhecimentos. Obrigada por todas as conversas, pela atenção e pelos sábios conselhos.

Aos grandes amigos, exemplos de amizade verdadeira, por todos os momentos de alegria e também por toda força nos momentos de dificuldade.

Aos colegas de pós-graduação e estagiários pelo companheirismo e ótima convivência.

A Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

A todos os professores da Escola de Veterinária e Zootecnia, pelo convívio, aprendizado e por todas as críticas construtivas e valiosas feitas durante a realização do curso.

Aos funcionários do Departamento de Produção Animal e da Avicultura pelo auxílio e colaboração.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida.

Agradeço a empresa Super Frango Alimentos S/A por ter aberto as portas da empresa para a realização da pesquisa e de todos os envolvidos, em especial Roberta, Claudionor e Roberto, por todo apoio e colaboração.

A empresa CASP pela contribuição técnica e financiamento da pesquisa.

Todo o meu respeito e agradecimento a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para meu sucesso e para meu crescimento como pessoa. Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

“O entusiasmo é a maior força da alma. Conserva-o e nunca te faltará poder para conseguires o que desejas”.

Napoleão Bonaparte

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

Charles Chaplin

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS 1
1 INTRODUÇÃO 1
2 REVISÃO DA LITERATURA 3
2.1 Incubação artificial 3
2.2 O desenvolvimento embrionário 4
2.3 Requisitos físicos para o processo de incubação artificial 8
2.3.1 Temperatura 8
2.3.2 Umidade Relativa 13
2.3.3 Trocas Gasosas 17
2.3.4 Viragem 21
2.4 Estágio múltiplo versus estágio único 24
3 OBJETIVOS 29
REFERÊNCIAS 30

CAPÍTULO 2 – INCUBAÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE MATRIZES PESADAS EM MÁQUINAS DE ESTÁGIO ÚNICO E MÚLTIPLO 39
RESUMO 39
ABSTRACT 40
1 INTRODUÇÃO 41
2 MATERIAL E MÉTODOS 43
2.1 Localização, manejo pré-incubação e manejo da incubação 43
2.2 Primeira fase experimental 45
2.2.1 Variáveis analisadas 46
2.2.2 Delineamento experimental e análise estatística 49
2.3 Segunda fase experimental 49
2.3.1 Variáveis analisadas 50
2.3.2 Delineamento experimental e análise estatística 51
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 53
3.1 Primeira fase experimental 53
3.2 Segunda fase experimental 58
4 CONCLUSÕES 69
REFERÊNCIAS 70

CAPÍTULO 3 – DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE ORIUNDOS DE OVOS EMBRIONADOS INCUBADOS EM MÁQUINAS DE ESTÁGIO ÚNICO E MÚLTIPLO 72
RESUMO 72
ABSTRACT 73
1 INTRODUÇÃO 74
2 MATERIAL E MÉTODOS 76
2.1 Localização, instalações e manejo experimental 76
2.2 Delineamento experimental 78
2.3 Variáveis analisadas e análise estatística 78
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 80
4 CONCLUSÕES 888
REFERÊNCIAS 889

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 1 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 61

FIGURA 2 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 2 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 61

FIGURA 3 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 3 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 62

FIGURA 4 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 4 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 62

FIGURA 5 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 5 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 63

FIGURA 6 - Dispersão de nascimentos acumulada de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) dos 5 experimentos 63

FIGURA 7 - Dispersão de nascimentos não acumulada de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) dos cinco experimentos 64

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1 - Parâmetros de temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), renovação de ar mínima (mín) e máxima (máx), temperatura da casca do ovo e controle dos níveis de O_2 46

TABELA 2 - Quadro explicativo das variáveis e suas definições, bem como as características com seus devidos pontos (escores) para avaliar os parâmetros de qualidade dos pintos neonatos..... 48

TABELA 3 - Padrão estabelecido para as avaliações de embriodiagnóstico 51

TABELA 4 - Valores médios de peso do ovo no momento da incubação (POI), peso do ovo na transferência para o nascedouro (POT) e percentual de perda de peso do ovo (PPO) de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 53

TABELA 5 - Valores médios das variáveis referentes à qualidade de pintos oriundos de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)..... 55

TABELA 6 - Resultados em percentual da avaliação da qualidade dos neonatos separados por grupos originados de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 56

TABELA 7 - Percentual médio de eclosão em relação ao número total de ovos incubados e de eclosão em relação ao número de ovos férteis observados em cada teste 58

TABELA 8 - Percentual de eclosão em relação ao número total de ovos incubados, percentual de eclosão em relação ao número de ovos férteis e janela de nascimento de ovos incubados em sistemas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) e situados nas posições superior (S), meio (M) e inferior (I) 59

TABELA 9 - Resultados do embriodiagnóstico de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) 67

CAPÍTULO 3

TABELA 1 – Média da temperatura no interior do galpão registrada durante o ensaio experimental 77

TABELA 2 - Médias das variáveis de peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a sete dias de idade 81

TABELA 3 - Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 14 dias de idade 82

TABELA 4 - Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 21 dias de idade 83

TABELA 5 - Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 28 dias de idade 84

TABELA 6 - Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), mortalidade (MORT), viabilidade (VIAB.) e fator de produção (FP) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 35 dias de idade 85

RESUMO

Objetivou-se comparar os sistemas de incubação em estágio múltiplo e estágio único, avaliando-se o rendimento do processo de incubação e o desempenho zootécnico de frangos de corte originados de ovos embrionados incubados nos dois sistemas. Para avaliar o rendimento da incubação foram realizados cinco ensaios experimentais, utilizando-se ovos de matrizes pesadas da linhagem Cobb. Cada um dos ensaios foi dividido em duas fases experimentais. Na primeira fase experimental foram analisados o peso dos ovos, peso dos pintos, peso do resíduo vitelino, comprimento e escore de qualidade dos pintos. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados com dois tratamentos (estágio múltiplo e estágio único), sendo cada ensaio experimental os blocos. Em cada ensaio foram avaliados 140 ovos e 140 pintos de cada tratamento (unidade experimental). Na segunda fase experimental foi incubado um total de 25.360 ovos, distribuídos em bandejas para a análise da eclodibilidade, janela de nascimento, distribuição de nascimentos e embriodiagnóstico. Para os dados de eclodibilidade e janela de nascimento utilizou-se delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 (dois sistemas de incubação e três posições das bandejas dentro da máquina de incubação). As repetições foram constituídas pelas bandejas, totalizando 285 bandejas avaliadas. Para os resultados do embriodiagnóstico avaliaram-se todos os ovos não eclodidos das 285 bandejas selecionadas. O desempenho zootécnico foi avaliado até 35 dias de idade utilizando-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (pintos oriundos de dois estágios de incubação e dois sexos), com seis repetições. Cada unidade experimental foi composta por 25 aves, totalizando 600 aves. Conclui-se que a incubação de ovos férteis de matrizes pesadas da linhagem Cobb 500® em máquinas de estágio único possibilita a obtenção de melhor produtividade do incubatório em relação às máquinas em estágio múltiplo, como consequência da maior eclodibilidade e melhor qualidade dos neonatos obtidos. O desempenho zootécnico de frangos de corte até os 35 dias de idade não foi influenciado pelo tipo de máquina de incubação utilizada.

Palavras chave: desempenho zootécnico, eclodibilidade, incubação artificial

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the incubation systems in multiple stage and single stage, by evaluating the performance of the incubation process and the production performance of broilers originated from embryonated eggs incubated in the both systems. To evaluate the yield of incubation five experiments were performed, using eggs of Cobb broiler breeders. Each test was divided into two phases. In the first experimental phase, eggs weight, chicks weight, residual yolk weight, length and quality score of the chicks were analyzed using randomized block design with two treatments (single stage and multiple stage), and with blocks being each experimental trial. In each test, 140 eggs and all the chicks borned from those eggs from each treatment were assessed (experimental unit). In the second phase of the trial, a total of 25.360 eggs and was incubated and spread on trays for analysis of hatchability, hatch window, birth distribution and embryo diagnosis. For hatchability data and hatch window, a randomized block design in a 2x3 factorial arrangement (two incubation systems and three positions of the trays into the incubation machine) was used. The repetitions were composed by the trays, totaling 285. For the results of embryo diagnosis all unhatched eggs from 285 selected trays were evaluated. The productive performance was evaluated until 35 days of age by means of a completely randomized 2x2 factorial arrangement (chicks from two stages of incubation and both sexes), with six replicates. Each experimental unit consisted of 25 birds, totaling 600 birds. We concluded that incubation of fertile eggs from Cobb 500 broiler breeders in single stage machines enables to obtain better productivity of the hatchery than incubation in multiple stage machines, as a result of higher hatchability and better neonate quality. The productive performance of broiler up to 35 days of age was not affected by the type of machine used for incubation.

Keywords: artificial incubation, growth performance, hatchability

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de corte obteve nas últimas décadas uma posição extremamente representativa dentro das atividades agroindustriais do Brasil. A cadeia produtiva da avicultura possui uma trajetória marcada por constantes evoluções técnicas nas áreas de genética, nutrição, manejo, sanidade e ambiência, condicionados pela elevada articulação entre os diferentes elos que compõem esse complexo agroindustrial. Com isso, gradativamente efetivou-se a conquista dos mercados interno e externo, superando os diversos concorrentes na oferta de proteína animal.

A produção industrial de pintos de corte é um dos setores de fundamental importância no cenário da avicultura. A incubação de ovos para produção de frangos de corte é a origem da cadeia de produção sendo, portanto, de fundamental importância para a rentabilidade final de todo segmento. Dessa forma, o estudo e aprimoramento desse processo são imprescindíveis para a continuidade do desenvolvimento setorial.

Nos últimos anos a avicultura de corte nacional aumentou significativamente sua produção de pintos de um dia. No ano de 2012, a produção brasileira foi estimada em seis bilhões de cabeças (APINCO, 2012).

As evoluções genéticas proporcionaram aos frangos de corte moderno reduzir em mais de 50% o tempo médio de todo ciclo de produção. Em décadas passadas eram necessários aproximadamente 84 dias para completar o ciclo de produção, atualmente, com 35 dias, é possível obter um frango para abate.

Aliada a essas evoluções, o processo de incubação passou a representar cerca de 30% de todo o ciclo de produção do frango de corte. Sendo assim, o desempenho final de frangos de corte está diretamente relacionado com os resultados obtidos na primeira semana pós-eclosão que, por sua vez, depende da qualidade do desenvolvimento embrionário obtida durante a incubação.

O processo produtivo do incubatório é descrito por BOERJAN (2006a) como a entrada de ovos incubáveis e subsequente transformação biológica desses ovos em pintos de um dia, sendo necessário para isso fornecer condições

ótimas de manejo. O autor ainda reforça que as condições ambientais relacionadas ao manejo interferem diretamente no desenvolvimento do embrião e na qualidade do produto final.

A incubação artificial é realizada em máquinas que devem ser capazes de proporcionar controle preciso de determinadas variáveis físicas, das quais se destacam a temperatura, umidade relativa, viragem dos ovos e fluxo constante de O_2 e CO_2.

As indústrias responsáveis pela incubação de ovos de frangos de corte buscam constantemente maneiras para aumentar sua produtividade através do aumento da eclodibilidade e melhora da qualidade e uniformidade dos pintos de um dia. Uma possível solução para aprimorar esses resultados seria a mudança do sistema de incubação em estágio múltiplo para a incubação em estágio único (FRANCISCO et al., 2010).

O uso das máquinas de incubação artificial de estágio único pode proporcionar a obtenção de neonatos de melhor qualidade, além de melhores taxas de eclodibilidade. O melhor rendimento do processo de incubação nessas máquinas é possível devido, principalmente, a disponibilidade no mercado de incubadoras altamente eficazes dotadas de sistemas de automação com altíssima qualidade tecnológica e capazes de atender as reais necessidades fisiológicas do embrião. Conhecer o manejo dessas máquinas e as suas potencialidades produtivas é um importante processo para explorar a qualidade técnica das incubadoras em estágio único.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Incubação artificial

A incubação é um dos setores da avicultura de extrema importância e há alguns anos deixou de ser apenas uma etapa necessária para ser considerada uma etapa estratégica dentro de todo o complexo avícola (CALIL, 2007).

Nos últimos anos as pesquisas científicas vêm demonstrando que os fatores relacionados ao processo de incubação influenciam diretamente o desempenho e o crescimento dos frangos de corte (TONA et al., 2003a). Sendo assim, é extremamente importante que o ambiente do incubatório tenha gerenciamento e manejo adequados a fim de se obter a mais alta produtividade e qualidade do produto final (DECUYPERE & MICHELS, 1992).

O incubatório possui como principal objetivo transformar biologicamente ovos férteis em pintos de um dia no volume, prazo e qualidade desejados, minimizando a incidência de anormalidades e contaminação, de forma a atender às necessidades e expectativas da produção avícola, ao menor custo (TONA et al., 2003a). Ao serem destinados para as granjas de criação esses pintos devem apresentar um bom desempenho, que se traduz em alta viabilidade, alta taxa de crescimento, rendimento de carne de peito alta e baixa conversão alimentar (DECUYPERE & BRUGGEMAN, 2007).

A responsabilidade de produzir pintos de qualidade não depende exclusivamente do incubatório. Os resultados obtidos pelo processo de incubação artificial são grandemente influenciados pela qualidade do ovo incubável. Desta maneira, a granja de matrizes divide com o incubatório a responsabilidade de produzir pintos de qualidade (ARAÚJO & ALBINO, 2011).

O período total de incubação corresponde a 21 dias, dos quais o ovo permanece aproximadamente 18 dias na incubadora e são transferidos para o nascedouro, onde permanecem até a eclosão. Uma vez que as linhagens comerciais atingem o peso de abate aproximadamente aos 42 dias de idade, o pinto de corte passa 1/3 do período total de sua vida no incubatório e 2/3 no aviário (MORO, 2007). Portanto, é necessário maior otimização nas fases de

crescimento e maturidade do embrião para maximizar o crescimento pós-nascimento (HULET, 2007).

A incubação artificial é realizada em incubadoras, as quais devem proporcionar o controle de fatores físicos como temperatura, umidade relativa, fluxo de O_2 e CO_2 e viragem dos ovos. Desvios desses fatores em relação aos respectivos valores padrões para a espécie ou linhagem e a duração dos mesmos podem inviabilizar o desenvolvimento embrionário, resultando em mortalidade e consequentemente diminuição da eclodibilidade (ARAÚJO & ALBINO, 2011).

2.2 O desenvolvimento embrionário

O desenvolvimento embrionário inicia-se no trato reprodutor das aves, mais precisamente no oviduto, após a ocorrência da fertilização. O primeiro período de desenvolvimento, denominado desenvolvimento pré-ovipositал, dura 18 a 20 horas e ocorre a uma temperatura de 41,5ºC, que é a temperatura corporal da galinha adulta (CHRISTENSEN, 2001).

A gema possui uma pequena área esbranquiçada de aproximadamente 2 a 3 mm de diâmetro denominada blastodisco que contém todo o material genético materno. Caso ocorra a fertilização, o blastodisco passará por uma série de mudanças morfogenéticas que incluem divisões celulares (meiose e mitose), diferenciação e organização celulares (FASENKO, 2007).

A fertilização ocorre durante a passagem da gema pela estrutura do trato reprodutor da ave denominada infundíbulo. Nesse momento, diversas reações químicas acontecem, o blastodisco passa a ser didaticamente denominado de blastoderme e os processos embriológicos se iniciam (CALIL, 2007).

A primeira divisão mitótica ocorre aproximadamente três a cinco horas após a fertilização durante a formação da casca na glândula da casca da ave (FASENKO, 2007). Ainda no interior dessa estrutura se estabelece uma intensa multiplicação e diferenciação celular, culminando com a oviposição de um ovo com o blastoderme na fase de pré-gástrula ou período inicial de gastrulação com 30.000 a 60.000 células (GONZALES, 2005).

O estágio de desenvolvimento embrionário no momento da postura pode variar entre as diferentes linhagens genéticas e entre as idades das matrizes (BUTLER, 1991). Essa variabilidade influencia diretamente a eclodibilidade, sendo que, estágios muito avançados ou muito precoces de desenvolvimento são prejudiciais (GONZALES & CESÁRIO, 2003).

Após a postura, os ovos devem ser estocados sob temperaturas inferiores a 20°C com o objetivo principal de paralisar o desenvolvimento do embrião. Essa temperatura, capaz de paralisar o desenvolvimento embrionário é denominado “zero fisiológico” (FASENKO, 2007). Existem, entretanto, diversos estudos e algumas discordâncias entre os autores com relação à temperatura ótima a ser utilizada durante o armazenamento dos ovos.

O primeiro trabalho realizado com o objetivo de se descobrir a temperatura adequada para paralisar o desenvolvimento embrionário foi realizada por EDWARS (1902), que encontrou a temperatura mínima para o desenvolvimento embrionário de 21°C. FUNK & BIELLIER (1944), 40 anos mais tarde, relataram uma temperatura mais elevada de 28°C. CARTWRIGHT (2001) sugere que a temperatura de estocagem não deve ser maior que 22ºC e menor que 8ºC. SCHMIDT et al. (2002) afirmam existir uma relação direta entre tempo e temperatura de estocagem sendo que para períodos curtos, os benefícios são maiores em temperaturas relativamente altas (19 a 22ºC), enquanto que para períodos superiores a 5 dias os benefícios são maiores a temperaturas mais baixas ao redor de 16ºC.

Dependendo do estágio de desenvolvimento embrionário na oviposição, a sensibilidade do embrião durante a estocagem é diferente. Embriões em estágio de pré-gástrula ou de gastrulação muito precoce no momento da postura são mais sensíveis a longos períodos de armazenamento. Essa ocorrência está relacionada com a genética da ave (aves pesadas), idade (mais jovens), hora do dia que houve a postura (no final da tarde), trânsito mais rápido do ovo no oviduto (início de postura), ordem da sequência de postura (no final da sequência) e tamanho do ovo (ovos menores, dentro de uma categoria de ave), entre outros fatores (CHRISTENSEN, 2001).

Quando o ovo é colocado em condições físicas ideais para que o processo de incubação se inicie o embrião se desenvolverá completamente em aproximadamente 21 dias (504 horas) (GONZALES, 2005).

BOERJAN (2006a) define o desenvolvimento embrionário das aves como um complexo processo que pode ser dividido em três fases principais: a fase de diferenciação celular, crescimento e de maturação, sendo cada uma dessas fases dependente de fatores fisiológicos específicos.

A diferenciação celular é caracterizada pela formação de células especializadas, a partir da qual haverá a formação dos órgãos vitais do embrião. Após se tornarem especializadas, os grupos celulares iniciam uma sequência organizada de multiplicação (mitoses sucessivas) e crescimento (hipertrofia e hiperplasia) que levará a formação de tecidos e órgãos. Uma vez que os tecidos e órgãos estejam formados, tem início a maturação dos mesmos, ou seja, o estabelecimento de suas funções (DECUYPERE & MICHELS, 1992).

Nos primeiros quatro dias de incubação (0 a 96 horas) o embrião se adapta às condições de incubação que lhe são oferecidas e reinicia seu desenvolvimento com intensa multiplicação celular, diferenciação das estruturas e definição da espécie (GONZALES, 2005).

Durante o quinto até o 18° dia de incubação ocorre a fase de intenso crescimento embrionário (hipertrofia celular). As condições de incubação são importantes nessa etapa, mas o mais crítico é o requerimento nutricional do embrião (WILSON, 1997).

O último período de desenvolvimento embrionário, que corresponde ao 19º até o 21º dia, ocorrem importantes eventos que condicionam o nascimento do feto: posicionamento da cabeça embaixo da asa direita, perfuração da membrana interna (internal pipping), respiração, perfuração da casca (external pipping) e rompimento da casca para o nascimento. A ventilação, a umidade e a condição sanitária são importantes fatores que condicionam a qualidade e o sucesso do nascimento (GONZALES, 2005). Durante essa fase as principais glândulas iniciam a secreção hormonal, promovendo interação entre os órgãos, dentro da cadeia metabólica (CALIL, 2007). Além disso, a taxa metabólica se estabiliza durante esse período, atingindo a fase de platô (BOERJAN, 2006a).

Todo o processo de desenvolvimento embrionário é dependente de reações bioquímicas: transformação de substrato em energia para realização das três fases de desenvolvimento (diferenciação, crescimento e maturação). O embrião utiliza, principalmente, o substrato da gema para realização dessas conversões energéticas e sua composição permite que os processos bioquímicos principais se resumam, em condições normais, à transformação de carboidratos e gorduras em energia (ATP), para que todos os outros processos sejam realizados com eficiência pelo embrião (CALIL, 2007).

Durante a primeira semana de incubação a glicose é a principal fonte de energia dos embriões. A glicose disponível no albúmen é depositada momentos antes da formação da casca do ovo, ainda no organismo da matriz. Durante a segunda metade do período de incubação, a membrana corioalantóide torna-se funcional possibilitando a troca de gases do embrião com o meio externo e consequentemente, a realização de reações de beta-oxidação. Sendo assim, os ácidos graxos tornam-se a principal fonte de energia para o embrião. Durante o processo de eclosão o embrião necessita de mais energia e além dos ácidos graxos e a glicose passa a ser novamente fonte de energia (MORAN, 2007).

Sabe-se que as evoluções genéticas provocaram intensas modificações nos frangos de corte modernos, fazendo com que os requerimentos físicos e químicos durante o processo de incubação sejam mais específicos (DECUYPERE et al., 2001).

Uma das mudanças visíveis que ocorre a partir das seleções genéticas é com relação ao metabolismo embrionário, que é determinado pelas taxas de biossínteses dos tecidos e que por sua vez, dependem das disponibilidades de nutrientes e oxigênio (BOERJAN, 2006a).

Existe uma relação direta entre as taxas de biossíntese tecidual com a produção de calor metabólico, ou seja, como resultado do alto potencial de crescimento a produção de calor metabólico das linhagens modernas é bem mais elevada se comparado com as linhagens das décadas passadas. Em estudo realizado por BOERJAN (2006b) constatou-se que no 18º dia de incubação a produção de calor metabólico, baseado no consumo de oxigênio, foi aproximadamente 20% maior em uma linhagem moderna comparada a uma linhagem tradicional, comumente utilizada em décadas passadas.

Sendo assim, o principal desafio dos incubatórios comerciais modernos é obter máquinas capazes de proporcionar o adequado desenvolvimento embrionário compatível com seu metabolismo.

2.3 Requisitos físicos para o processo de incubação artificial

Os fatores físicos que são requeridos durante a incubação permanecem os mesmos desde o início da incubação industrial, porém, as evoluções tecnológicas e científicas possibilitaram grande evolução no conhecimento de como gerenciar as variáveis mais importantes, como temperatura, umidade, trocas gasosas e viragem dos ovos. Assim, o sucesso da incubação envolve condições adequadas de manejo, considerando as pressões impostas às aves pelo ambiente e ao somatório dos fatores biológicos e físicos. (CALIL, 2007).

Nos itens a seguir, será feita uma abordagem dos requerimentos fisiológicos para o desenvolvimento embrionário e como mudanças do ambiente físico influenciam os processos fisiológicos.

2.3.1 Temperatura

A temperatura do embrião durante a incubação é considerada atualmente o fator físico mais importante que determina o sucesso da incubação comercial de ovos de frangos de corte, exercendo influência sobre o desenvolvimento embrionário, eclodibilidade e desempenho pós-eclosão (HULET, 2007).

A temperatura do embrião depende basicamente de três fatores: a temperatura da incubadora, a capacidade de dissipação do calor entre o embrião e a incubadora e a produção de calor metabólico do embrião. Sendo assim, os incubatórios comerciais de ovos de frangos de corte incubam artificialmente os ovos em máquinas capazes de garantir que a temperatura embrionária se mantenha em níveis adequados (FRENCH, 1997).

A mensuração da temperatura do embrião é uma prática difícil, por ser bastante invasiva possibilitando contaminações, alteração do metabolismo embrionário ou até mesmo a morte do embrião. Sendo assim, a temperatura da casca do ovo é geralmente usada como indicador da temperatura do embrião (MOLENAAR et al., 2010a). Segundo MEIJERHOF & VAN BEEK (1993) a temperatura interna do ovo não ultrapassa 0,2 a 0,3°C da temperatura da casca, sendo, portanto, considerada uma opção desejável para retratar a temperatura interna do ovo.

LOURENS (2001) afirma que a temperatura da casca do ovo capaz de proporcionar o melhor desenvolvimento do embrião é de 37,8°C, entretanto, desvios de até 4°C podem ser encontrados dependendo da localização do ovo no interior da máquina e do estágio de desenvolvimento em que se encontra o embrião.

A temperatura corporal do embrião é influenciada pelas condições ambientais presente ao redor dos ovos. Isso ocorre devido ao fato do embrião não conseguir controlar sua própria temperatura antes que se conclua todo o processo de incubação (ROMIJN & LOKHORST, 1955). Dessa forma, é extremamente importante o controle da temperatura da incubadora que normalmente é definida entre 37,5 a 37,8 °C (WILSON, 1991).

A produção de calor pelos embriões é resultado dos processos metabólicos e está diretamente ligada à utilização dos componentes presentes na gema (CALIL, 2007). Por volta do quarto dia de incubação a produção de calor metabólico é iniciada, no nono dia a temperatura do embrião já ultrapassa a temperatura presente na incubadora, devido à alta produção de calor metabólico. Sendo assim, é necessário que o calor produzido pelo embrião seja removido com o auxilio de um sistema de ventilação adequado fazendo com que o ar passe por toda a superfície da casca do ovo dissipando o calor produzido (LOURENS, 2004).

A exposição do embrião a altas ou baixas temperaturas durante o período de incubação tem diferentes efeitos sobre o seu desenvolvimento e seu mecanismo fisiológico é afetado em vários aspectos (DAHLKE et al., 2008). TAYLOR (1999) afirma que a redução da temperatura ótima para a incubação retarda o processo de desenvolvimento dos embriões, aumentando o período de

incubação. Já o aumento na temperatura acelera o processo, e consequentemente diminui este período, podendo causar efeitos negativos na eclodibilidade.

Além de afetar as taxas de eclosão, condições de hipertermia podem resultar em pintos de má qualidade, causando redução do peso corporal e do comprimento, maior quantidade de pintos com umbigo mal cicatrizado e redução do peso relativo do coração. Além disso, pode causar também problemas locomotores, aumento da mortalidade embrionária na fase final e mau posicionamento (GLADYS et al., 2000).

Durante o desenvolvimento embrionário a utilização de nutrientes para o crescimento do embrião pode ser influenciado pelas condições ambientais durante o processo de incubação, gerando consequências diretas na sobrevivência e na viabilidade do embrião (WINELAND et al., 2000).

MOLENAAR et al. (2010b) testaram o efeito de duas condições de temperatura (37.8° C ou 38.9°C) durante a segunda semana de incubação (dia 7 ao dia 19) sobre a taxa de sobrevivência dos embriões e a utilização dos nutrientes disponíveis para o crescimento e maturação de suas funções. Os autores observaram uma redução em 8 horas do período total de incubação causado pela condição de temperatura elevada (38,9° C) e também redução do comprimento dos pintos em 0,2 cm e aumento do peso da gema residual em 1,2 g. Além disso, constatou-se também que a condição de alta temperatura reduziu as taxas de proteínas e a energia total presente nos tecidos dos pintainhos, o que consequentemente elevou as quantidades de proteínas, carboidratos e energia total presente no saco da gema. A capacidade de transferência de proteínas do ovo para os tecidos do embrião foi 3,2% menor no tratamento submetido à elevada temperatura.

Os resultados encontrados pelos autores se respaldam em MOLENAAR (2009) que afirma que embriões submetidos a temperaturas elevadas são menos desenvolvidos e possuem qualidade inferior ao nascimento, causados provavelmente pelo menor período total de incubação e a menor eficiência da utilização dos nutrientes.

THOMPSON et al. (1976), testando vários desvios de temperaturas (40,6; 43,3; 46,1 ou 48,9^{o}C) aos 16 dias de incubação, durante vários tempos de

exposição, verificaram que a manutenção por 24 horas de 40,6°C não causou danos à taxa de eclodibilidade, mas 6 horas a 43,3 °C diminuiu a eclodibilidade, o que tornou-se ainda mais severa a partir de 9 horas de exposição. A 46,1°C durante 3 horas e 48,9°C por 1 hora causaram 100% de mortalidade embrionária. Os mesmos autores relataram que os pintos sobreviventes de ovos submetidos a elevadas temperaturas eram fracos, com alta incidência de defeitos de pernas e andar inseguro.

WINELAND et al. (2000) observou redução do peso de pintos sem o saco da gema, tamanho do coração e peso relativo do coração em pintos submetidos a condições de temperatura elevada.

HULET et al. (2006) comparou o rendimento da incubação de ovos de quatro diferentes linhagens comerciais de frangos de corte submetidos a duas faixas de temperaturas (37,8° C ou 40,0° C) durante o 16° ao 21° dias de incubação e observou menor eclodibilidade das quatro linhagens analisadas que sofreram com estresse de temperatura (temperatura de 40,0° C).

WILLEMSEN et al.(2010) avaliou o rendimento da incubação de ovos expostos a três condições de temperatura durante o 16° ao 18° dias de incubação. Os ovos foram submetidos à baixa temperatura (34,6° C), temperatura controle (37,6° C) ou alta temperatura (40,6° C). Os autores encontraram maior peso do saco da gema e consequentemente redução do peso do pinto sem o saco da gema no tratamento exposto a temperatura elevada. Observou-se também nesse mesmo tratamento uma redução dos níveis de hormônio tireoidianos plasmáticos indicando que houve alteração nos processos metabólicos. Além disso, a taxa de eclodibilidade foi significativamente reduzida no grupo submetido a altas temperaturas.

LEKSRISOMPONG et al. (2007) estudou o efeito da temperatura na segunda metade do período de incubação de ovos de galinha e observou que quando os ovos foram submetidos a temperaturas de incubação elevadas (39,5 a 40,6ºC) os pintos nascidos apresentaram redução no peso corporal, coração, moela, proventrículo e intestino delgado, enquanto o fígado e saco da gema sofreram um aumento de tamanho. Os resultados indicam que altas temperaturas podem alterar o número de células mitóticas ativas dos miócitos e

consequentemente podem estar relacionadas a problemas cardiovasculares de desenvolvimento e função, como a síndrome da morte súbita e ascite.

Resultados semelhantes foram encontrados por MOLENAAR et al. (2011) que também observaram menor peso do coração de pintos incubados em altas temperaturas (38,9° C) quando comparados com pintos incubados em temperatura normal (37,8° C). Nesse mesmo estudo observou-se maior incidência de casos de ascite em frangos do tratamento submetido a altas temperaturas, o que pode ser justificado pelo mau desenvolvimento do coração, que por sua vez reduziu a capacidade de suprir as demandas respiratórias por oxigênio, principal fator desencadeante para o surgimento da ascite.

O estresse pelo frio também causa alterações de eclosão e qualidade das aves. Estudos têm demonstrado que episódios breves de resfriamento dos ovos durante a incubação não afetam a eclosão, o peso corporal ou a mortalidade embrionária (LANCASTER & JONES, 1988). Entretanto, ovos resfriados durante longos intervalos de tempo apresentam danos no peso dos pintos e em outros parâmetros de incubação. SUAREZ et al. (1996) indicaram que embriões de ovos resfriados (temperatura de 24°C e duração do estresse de 12 a 96 horas) perderam mais peso, tiveram incubação mais longa e maior mortalidade embrionária, quando comparados aos obtidos de ovos não resfriados.

Os pintos que conseguem sobreviver à exposição de elevadas temperaturas durante a incubação consomem menores taxas de nutrientes provenientes do ovo e, portanto, apresentam pior desenvolvimento. Ao serem destinados às granjas de produção as chances de sobrevivência na primeira semana de vida também diminuem (ERNST et al., 1984).

SCOTT & WASHBURN (1985) observaram que aves submetidas a estresse térmico durante a fase final de incubação apresentaram redução no consumo de alimentos durante a primeira semana pós-eclosão.

Sabe-se que o desenvolvimento de frangos de corte durante a primeira semana de vida é extremamente importante para o desempenho final das aves, uma vez que os processos fisiológicos como hiperplasia e hipertrofia celulares, maturação do sistema termorregulatório e imunológico e desenvolvimento e maturação do trato gastrointestinal influenciam diretamente no ganho de peso e conversão alimentar das aves (MORAES et al., 2002).

Com o intuito de avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte submetidos a elevadas temperaturas durante a fase embrionária HULET et al., (2007) encontraram peso vivo menor aos 21, 35 e 44 dias de idade no grupo submetido a uma temperatura elevada de 39,7°C. Segundo os autores os pintos recém eclodidos submetidos à alta temperatura apresentaram atividade ruim, mostrando-se lentos e sem disposição para alimentar-se e ingerir água. Como consequência, não se alimentaram devidamente nas 8 horas após eclosão gerando uma redução no peso final das aves, ou seja, aos 35 dias de idade as aves apresentaram um peso de aproximadamente 59g abaixo do peso do tratamento submetido a temperatura de 37,5°C e 48g abaixo do peso do mesmo tratamento aos 44 dias de idade.

LEKSRISOMPONG et al. (2009) também verificaram efeito negativo de elevadas temperaturas (39,5 a 40,6° C) de incubação sobre parâmetros como o consumo de ração e ganho de peso das aves.

2.3.2 Umidade Relativa

A umidade relativa (UR) constitui um fator físico de extrema importância durante o processo de incubação artificial.

O ovo é constituído por aproximadamente 75% de água, sendo o albúmen o principal local de armazenamento, apresentando 85 a 95% de água em sua constituição (BENITES et al., 2005).

Além de ser constituinte básico da estrutura dos ovos, durante todo o desenvolvimento embrionário as reações químicas necessárias para a disponibilização de nutrientes ao embrião produzem água metabólica, aumentando o volume de água presente no interior do ovo (AR & RAHN, 1980). Uma quantidade mínima de aproximadamente 9 a 10% desta água precisa ser perdida para possibilitar o surgimento da câmara de ar em um dos polos do ovo. Essa estrutura deve ter tamanho suficiente para que no momento da bicagem da membrana interna haja disponibilidade suficiente de ar para a ave (MEIJERHOF, 2008a). Além disso, a evaporação da água do ovo participa dos balanços hídricos

e minerais nos diferentes compartimentos embrionários formados durante o desenvolvimento (BOERJAN, 2011).

A perda de água do ovo ocorre através de um processo de difusão no qual a água atravessa os poros da casca movendo-se sempre do ponto mais úmido para o ponto mais seco. Quanto mais seco for o ar em volta do ovo, maior será sua taxa de evaporação. Por esse motivo a umidade em volta dos ovos férteis deve ser controlada para assegurar o desenvolvimento adequado dos embriões (DECUYPERE et al., 2001).

A perda de água não é a mesma em todo o período de incubação, é mais rápida nos três primeiros dias, após esta fase se torna mais lenta e volta a incrementar entre o 15º e o 18º dia de incubação. A rápida perda de água nos primeiros dias de incubação é necessária devido à falta do completo desenvolvimento sanguíneo, sendo preciso a eliminação de água pela casca, à medida que se degrada o albúmen, isso permite a entrada de ar na câmara e propicia oxigênio para o desenvolvimento do embrião. A perda acentuada no período final ocorre devido a remoção da cutícula e erosão da superfície interna do ovo (uso do Ca pelo embrião), além da produção excessiva de calor metabólico pelo embrião que promove um aumento da temperatura interna do ovo e consequentemente aumento da pressão de vapor d'água dentro do ovo (ALDA, 2003).

BOERJAN (2011) estabeleceu os valores de 12 a 13% como sendo ótimos para a perda de peso total em relação ao peso inicial de ovos durante os primeiros 19 dias de incubação. O mesmo autor sugere que os níveis de umidade relativa de 50 a 55% no microambiente do ovo permitem uma suficiente evaporação de água.

Em situações em que a umidade relativa encontra-se baixa observa-se uma perda excessiva de peso atrasando a eclosão. A situação inversa, em casos de alta umidade, os embriões tendem a eclodir precocemente com o aspecto molhado e pegajoso, chegando até em alguns casos extremos a eclodir sem alcançarem o pleno desenvolvimento (DECUYPERE et al., 2003).

Em estudo realizado com o intuito de verificar o efeito da umidade relativa sobre a eclodibilidade e ao mesmo tempo indicar o nível ótimo de umidade dentro de uma máquina incubadora ROBERTSON (1961a) submeteu

ovos de matrizes pesadas a diferentes níveis de umidade relativa e comprovou que a faixa de 75 a 80% aumentou a mortalidade embrionária nos primeiros 10 dias de incubação. A provável justificativa para o aumento da mortalidade pode ser devido aos distúrbios nos mecanismos fisiológicos do embrião relacionados com a troca de gases, ou seja, uma quantidade elevada de água no interior do ovo possivelmente altera os mecanismos responsáveis pelas trocas gasosas.

TULLETT & BURTON (1982) ao incubar ovo de matrizes pesadas em dois níveis de umidade relativa (33% e 50%) encontraram maiores pesos dos pintos após a eclosão (48,78g) quando os ovos foram incubados no nível mais elevado de umidade relativa. Para o mesmo tratamento também foi observado menor perda de peso durante a incubação (12,05%).

De acordo com HODGETTS (1985) é necessário ajustar os níveis de umidade relativa durante a incubação baseando-se na idade da matriz, sendo que ao incubar ovos de matrizes mais velhas deve-se fornecer maior umidade com o intuito de dificultar a perda de excessiva de umidade dos ovos. A perda de água de ovos oriundos de matrizes velhas é acentuada devido ao fato de frequentemente serem maiores com consequente diminuição da densidade e aumento da porosidade e, portanto, maior condutância (ROSA et al., 2002).

VICK et al. (1993) pesquisaram os efeitos de dois níveis de umidade relativa (50% e 58%) sobre a eclodibilidade de ovos de matrizes pesadas durante o período de 28 a 64 semanas de idade das aves e concluíram que os ovos de matrizes mais jovens tiveram melhor taxa de eclosão e menor mortalidade embrionária precoce em umidade relativa mais baixa (50%).

SANTOS et al. (2005), avaliaram a perda de peso dos ovos de matrizes pesadas com 30, 45 e 60 semanas de idade e verificaram que a perda de umidade dos ovos aumenta significativamente com o aumento da idade das matrizes, devido principalmente ao aumento da condutância da casca com a progressão da idade das aves.

BUHR (1995) avaliou os efeitos da idade da matriz leve e da umidade relativa sobre a eclosão e a perda de peso dos ovos de um a 18 dias de incubação e concluiu que independentemente da idade da matriz a perda de peso do ovo é maior quanto menor for a UR no ambiente de incubação. Em relação à eclodibilidade, o melhor resultado foi obtido com os ovos de matrizes com 34

semanas de idade, incubados a 55% de UR. Por outro lado, a UR nas incubadoras não teve influência significativa sobre a taxa de eclosão dos ovos produzidos pelas matrizes com 49 semanas de idade.

Em experimento para investigar o efeito de diferentes níveis de umidade relativa (43%, 53% e 63%) durante todo o período de incubação sobre o peso dos pintos eclodidos BRUZUAL et al. (2000) verificaram que o peso dos pintos recém eclodidos aumentou com a elevação da umidade relativa (39,4g; 40,2g e 41,2g em condições de 43%, 53% e 63% de umidade relativa respectivamente). Este achado se respalda em HAMDY et al. (1991) que constataram que o peso dos pintos submetidos a umidade relativa de 55% foi 0,7 gramas superior aos submetidos a umidade de 45%.

No mesmo estudo realizado por BRUZUAL et al. (2000) constatou-se aumento significativo da mortalidade tardia no tratamento exposto a 63% de umidade relativa. Segundo os autores o aumento da mortalidade tardia pode ter sido causado por uma diminuição da pressão parcial de oxigênio, devido a maior concentração de vapor de água presente no ambiente com maior umidade relativa, durante a fase final de incubação em que os requerimentos de oxigênio são maximizados.

BARBOSA et al. (2008) realizaram estudo para avaliar os efeitos da umidade relativa sobre a perda de peso do ovo, taxa de eclosão, peso dos pintos na eclosão e relação peso do pinto/peso do ovo. Foram selecionados ovos de matrizes de três diferentes idades (26, 41 e 56 semanas) e incubados em três diferentes máquinas em umidades relativas diferentes (48%, 56% e 64%). Foi observado que independentemente da idade da matriz, a perda de peso dos ovos foi maior à medida que a umidade relativa diminuiu. As melhores taxas de eclosão foram obtidas quando os ovos foram submetidos à UR de 56%. Os maiores pesos dos pintainhos foram encontrados quando os ovos foram incubados com 64% de UR. A relação peso do pinto/peso do ovo foi significativamente maior no nível de 64% de UR.

2.3.3 Trocas Gasosas

O crescimento do embrião é diretamente dependente das trocas gasosas (OVIEDO-RONDÓN & MURAKAMI, 1998). O fluxo dos gases é limitado pela difusão através dos poros na casca do ovo provocado pela diferença de concentração dos gases entre o interior e o exterior dos ovos. A menor concentração de O_2 no interior condiciona a obtenção de novas moléculas de O_2 vindas do exterior do ovo, onde a concentração molecular é superior. Concentração maior de CO_2 no interior do ovo faz as moléculas migrarem para o lado de fora, dependendo do gradiente de concentração molecular existente (BOLELI, 2003).

No período que se estende até o 18° dia de incubação, a respiração do embrião ocorre por meio de capilares por onde é realizada a troca dos gases. A captação de O_2 e a liberação de CO_2 aumentam com a evolução do desenvolvimento embrionário. Com o passar dos dias, ainda durante o período de incubação, o gás entra para repor a água perdida e forma a câmara de ar em uma das extremidades do ovo que aumenta até que seu tamanho ocupe aproximadamente 15% do volume interno do ovo (LA SCALA JR., 2003).

Após a perfuração da membrana corioalantóide e membrana interna da casca o embrião passa a respirar o ar contido na câmara de ar, inflando os pulmões e os sacos aéreos (PIAIA, 2005).

A partir do 19° dia de incubação (platô) o requerimento de oxigênio pelo embrião aumenta e a difusão não pode suprir essa exigência, apresentando uma hipóxia que estimula o embrião à bicagem interna e à eclosão. Este estímulo pode ser também neurofisiológico ou por mudanças do equilíbrio ácido-básico e/ou pressão de gases ou combinação destes fatores (RANH et al., 1979).

OVIEDO-RONDÓN & MURAKAMI (1998) citam que em condições de hipóxia, os embriões respondem com uma menor atividade metabólica (maior tempo de incubação) e menor crescimento tanto em órgãos (pulmão e coração), como em peso total, pelo atraso no crescimento.

DE SMIT et al. (2006) também afirmam que condições severas de hipóxia no terço inicial da incubação afetam o desenvolvimento vascular dos pintainhos, induzindo uma hipertrofia do coração e da aorta. As linhagens

modernas de frangos de corte possuem o sistema cardiovascular muito sensível e em condições ambientais subótimas após a eclosão podem apresentar problemas cardiovasculares e pulmonares. Deste modo, embriões submetidos à hipóxia severa durante a incubação podem ser predispostos ao desenvolvimento de síndrome ascítica no decorrer da vida pós-eclosão. Entretanto, segundo esses autores, a hipóxia não severa e controlada durante o desenvolvimento inicial de incubação é considerada benéfica, já que determinaria maior desenvolvimento do sistema circulatório no período de intensa multiplicação e diferenciação celular do embrião.

Para garantir o suprimento de O_2 e consequente remoção de CO_2, a ventilação dentro das máquinas de incubação se faz necessária (CALIL, 2007). Uma ventilação adequada é essencial para controlar a taxa de ar fresco introduzido dentro das máquinas, com o objetivo de prover corretos níveis de O_2 e eliminação de CO_2; além de manter apropriada circulação interna de ar, prevenindo temperatura irregular e inadequada concentração de gases tóxicos em torno dos ovos (TULLETT & BURTON, 1982).

COLEMAN & COLEMAN (1991) encontraram que a ventilação inadequada do sistema da incubadora resultava em diminuição da concentração de oxigênio e incompleta maturação do sistema cardiopulmonar, já que a hipóxia impede a multiplicação das células cardíacas, ocasionando um coração menor, que terá que fazer mais esforço para bombear um volume sanguíneo similar e, em longo prazo derivará numa maior incidência de ascite.

MAXWELL et al.(1990), também estudaram os efeitos da adequada ventilação durante a embriogênese e observaram que embriões sujeitos à hipóxia durante a incubação apresentaram lesões pulmonares e cardíacas precoces.

JAENISCH et al. (1997) constataram que após a suplementação com 2% de oxigênio, totalizando 23% molar de oxigênio durante a incubação de ovos, conferiu a redução parcial no grau de lesões no pulmão e coração das aves.

MAULDIN (2003) afirma que aproximadamente 1.000 ovos requerem 4m³ de ar fresco por dia até o 18º dia de incubação. Sendo assim, uma incubadora com capacidade de 40.000 ovos necessitaria 162m³ de ar fresco por dia, ou aproximadamente 8 m³/h. Consequentemente, deve-se renovar o ar na

incubadora aproximadamente oito vezes em um dia ou uma vez a cada 3 horas. Esta taxa da troca de ar é o mínimo requerido.

Sabe-se que a principal fonte de energia do embrião são os lipídeos provenientes da gema (DECUYPERE, 1991). A conversão metabólica de ácidos graxos dos lipídeos da gema para ácidos graxos poliinsaturados é necessária para numerosas atividades dos tecidos embrionários em crescimento, formação de membranas e células cerebrais e da retina (WATKINS, 1995). Em situações de baixa quantidade de oxigênio, o embrião usará menos lipídeos e mais glicogênio dos tecidos como fonte de energia, pois é necessário menos oxigênio para metabolizar carboidratos que lipídeos, como consequência, as reservas de glicogênio presentes nos tecidos do embrião serão esgotadas mais rapidamente afetando o suprimento de energia após a eclosão (CHRISTENSEN et al.,1995).

O CO_2 é um composto natural de processos metabólicos durante o desenvolvimento embrionário. A concentração máxima de CO_2 na incubadora depende do número de ovos férteis e da taxa de ventilação proporcionada pela máquina, mas geralmente não ultrapassa 0,50% (5000 ppm) (ONAGBESAN et al., 2007).

A tolerância do embrião às concentrações de CO_2 aumenta com o avanço do processo de incubação. Durante os primeiros quatro dias de incubação, as concentrações de CO_2 podem aumentar em até 1% sem causar prejuízos na eclodibilidade. Entre o quinto e o oitavo dias de incubação os embriões podem sobreviver com concentrações de até 3% de CO_2. O aumento da capacidade de tolerância dos embriões a maiores concentrações de CO_2 após os quatro dias de incubação pode ser explicado pelo estabelecimento do sistema respiratório, que ocorre por volta de 96 horas de incubação. Entre os dias 9 a 12 do período de incubação, que corresponde ao estágio de desenvolvimento no qual ocorre a maior taxa de crescimento, os embriões podem sobreviver com concentrações de até 5% (MOLENAAR et al., 2010b).

As empresas responsáveis pela fabricação das incubadoras têm sugerido aumentar as concentrações de CO_2 no início do processo de incubação para níveis maiores do que 0,50% (5000ppm). Esse manejo pode ser benéfico para o desenvolvimento do embrião e eclodibilidade, entretanto é necessário

atentar-se ao tempo em que o embrião ficará exposto a maiores níveis de CO_2. (CÂRLEA et al., 2010).

Segundo CALIL (2007) a formação da vascularização extra-embrionária ocorre no intervalo de um a quatro dias do período de incubação. O aumento do nível de CO_2 nessa fase favorece a criação do sistema circulatório extra-embrionário, promovendo maior capacidade futura de troca de gases, principalmente permitindo maior aporte de oxigênio através de uma quantidade superior de hemácias disponíveis em comparação com níveis normais desse gás nesta etapa do desenvolvimento. O objetivo de se manter níveis elevados de CO_2 é aumentar a hemocitopoiese embrionária, assim como ocorre com pessoas vivendo em regiões de altitude elevada (ar rarefeito).

EVERAERT et al. (2007) afirmam que os benefícios da elevação dos níveis de CO_2 na fase inicial de incubação possam estar relacionados ao aumento da capacidade do embrião em armazenar CO_2 dissolvido no albúmen durante o seu desenvolvimento, atenuando os possíveis efeitos de acidose metabólica. Entretanto, ainda não foram completamente elucidados sendo necessários mais estudos.

SALAZAR (2005) elevou a concentração de CO_2 até 4800ppm nos primeiros dias de desenvolvimento embrionário no interior da incubadora e concluiu que houve melhor desenvolvimento do sistema circulatório, resultando em melhor peso de órgãos relacionados, como coração, fígado e pulmão.

DE SMIT et al.(2006) demonstraram que o aumento gradual da concentração de CO_2 durante os dez primeiros dias de incubação a níveis de 0,7% ou 1,5% em um ambiente hermeticamente fechado acelera o desenvolvimento embrionário e melhora a eclodibilidade. TONA et al. (2006) também obtiveram resultados semelhantes ao aumentar gradualmente o nível de CO_2 a níveis de até 0,91% (9100ppm) pelo fechamento do sistema de ventilação da incubadora do início até os 10 dias de incubação. Observou-se melhora da eclodibilidade e do crescimento do embrião. Segundo os autores, níveis altos de CO_2 no início do processo de desenvolvimento embrionário tornam o pH do albúmen uniforme e melhoram o crescimento embrionário, resultando neonatos de melhor qualidade.

BRUGGEMAN et al. (2007) aumentaram gradualmente as concentrações de CO_2 para 1,5% durante os primeiros dez dias de incubação e constataram efeito positivo sobre o desenvolvimento inicial dos embriões, entretanto não encontraram melhoras nas taxas de eclodibilidade.

KROETZ NETO et al. (2011) também encontraram melhora significativa na eclodibilidade de pintos de corte, ao expor os embriões a ambientes com até 1% de CO_2 do 1° ao 10° dia de incubação.

No final do período de incubação a hipercapnia também pode trazer resultados benéficos. O aumento das concentrações de dióxido de carbono nessa fase atua como estímulo para a eclosão, uma vez que podem influenciar nas mudanças fisiológicas necessárias nos momentos que antecedem a eclosão (CÂRLEA et al., 2010).

EVERAERT et al. (2007) demonstraram que os embriões toleraram altas concentrações de CO_2 (4.0%) no intervalo de 10 a 18 dia de incubação, sem apresentar efeitos negativos no período de incubação, assim como na mortalidade embrionária, eclodibilidade e peso dos pintos as sete dias de idade.

Segundo CALIL (2007) a janela de nascimento é um conceito muito utilizado nos incubatórios comerciais e trata-se do intervalo de tempo entre os primeiros nascimentos e os últimos pintainhos nascidos.

FRENCH (2010) afirma que para se obter menores janelas de nascimento pode-se aumentar as concentrações de CO_2 em até 2% instantes antes dos primeiros embriões iniciarem a bicagem. O aumento de CO_2 estimula os embriões a eclodirem, entretanto em algumas situações o embrião não completou seu desenvolvimento promovendo uma queda da qualidade dos pintos eclodidos. Além disso, altas concentrações de CO_2 no final do período de incubação podem causar danos na maturação do coração e dos pulmões (COLEMAN & COLEMAN, 1991).

2.3.4 Viragem

A viragem dos ovos é um fenômeno natural observado durante a incubação das aves. Com o intuito de simular esse mecanismo que ocorre na

natureza as incubadoras artificiais promovem a viragem mecânica dos ovos para que possa obter os melhores índices de eclosão (TONA et al., 2003b).

Os objetivos da viragem dos ovos durante a incubação são: reduzir o mau posicionamento embrionário, prevenir a adesão do embrião nas membranas da casca e garantir a utilização adequada do albúmen. Além disso, estudos referentes à fisiologia embrionária comprovaram que a viragem dos ovos é extremamente importante, pois promove o acúmulo de proteínas no fluido amniótico, crescimento da rede vascular e facilita as trocas gasosas (WILSON, 1991).

A viragem do ovo durante a incubação envolve diversos parâmetros como o estágio da incubação em que é necessária a viragem dos ovos, a frequência, o eixo em que o ovo é acondicionado na máquina como também o eixo de viragem do mesmo, o ângulo de viragem e o plano de rotação (ELIBOL et al., 2002)

De acordo com DEEMING (1989) e WILSON (1991), o período crítico por falta de viragem dos ovos estende-se do 3° ao 7° dia de incubação. A ausência de viragem neste período pode prejudicar a troca de gases através da membrana corioalantóide, pois o albúmen não absorvido se interpõe entre esta membrana e a membrana interna da casca, impedindo a expansão dos vasos sanguíneos e, portanto, reduzindo o intercâmbio de gases entre o embrião e o meio externo.

Apesar de ser considerada extremamente essencial na fase inicial de incubação, na prática comercial a viragem é realizada até o 18° dia de incubação (ELIBOL et al., 2002).

ELIBOL & BRAKET (2004) utilizando ovos de matrizes Ross 308, avaliaram o efeito da duração da viragem em três diferentes períodos de desenvolvimento embrionário (zero a sete, oito a 14 e 15 a 18 dias) sobre o rendimento de incubação. Observou-se que a ausência de viragem entre zero a sete dias de incubação apresentou os maiores efeitos negativos sobre a eclodibilidade. A falta de viragem neste período provocou alta mortalidade na fase inicial ou causou atraso no crescimento e desenvolvimento. Os autores explicaram que quando a viragem não é realizada na primeira semana de incubação o embrião ou as membranas extra-embrionárias aderem-se à

membrana da casca, impedindo o crescimento adequado da membrana corioalantóide e causando anormalidades no desenvolvimento ou a morte do embrião.

TONA et al., (2005) realizaram experimento com o intuito de investigar o efeito da viragem até os dias 9, 12, 15 ou 18 do período de incubação como também o efeito da não realização da viragem na utilização do albúmen para o desenvolvimento e crescimento embrionário. Os autores observaram que a viragem aumentou a absorção do albúmen pelo embrião e, portanto, proporcionou melhor crescimento embrionário. A incubação até os 12 dias foi suficiente para a completa absorção do albúmen e os maiores pesos embrionários ocorreram nas viragens até 15 e 18 dias. Os autores concluíram que a viragem tem efeito estimulante sobre a taxa de crescimento do embrião e que esta deve ser realizada pelo o menos até os 15 primeiros dias de incubação.

Com o intuito de verificar o efeito da frequência de viragem dos ovos durante a incubação, ELIBOL & BRAKET (2003) realizaram estudo submetendo os ovos incubados a três diferentes frequências de viragem (24, 48 e 96 vezes por dia durante o terceiro até o décimo primeiro dias de incubação). Os autores observaram que a eclodibilidade foi maior utilizando frequência de viragem de 96 vezes por dia se comparado com as frequências de 24 e 48. A mortalidade embrionária na fase final também foi reduzida nos ovos desse tratamento. Resultados semelhantes foram encontrados por ROBERTSON (1961b) que observou uma redução da mortalidade embrionária principalmente entre os dias 18 a 21 de incubação à medida que se aumentou a frequência de viragem dos ovos.

Apesar de os estudos revelarem que a máxima eclodibilidade é obtida utilizando-se a frequência de viragem de 96 vezes por dia, os incubatórios comerciais adotam na prática uma frequência de 24 vezes por dia (WILSON, 1991).

ELIBOL & BRAKET (2006) pesquisaram o efeito do ângulo de viragem sobre a eclodibilidade, mortalidade embrionária e incidência de mau posicionamento dos embriões (cabeça do embrião voltada para a parte fina do ovo). O estudo foi dividido em três tratamentos distintos de acordo com o ângulo de viragem dos ovos. As angulações estabelecidas foram de 35°, 40°e 45°

realizadas em uma frequência de 24 vezes ao dia. Os autores observaram que a eclodibilidade não foi afetada pela angulação de viragem, entretanto, a incidência de mortalidade na fase inicial foi reduzida pela angulação de 40° e a incidência de mau posicionamento dos embriões foi superior no tratamento submetido a angulação de 35°.

Concluindo, os quatros fatores físicos da incubação – temperatura, umidade relativa, troca gasosa e viragem – condicionam a produtividade do incubatório e do frango de corte, porque promovem a homeostasia do embrião em desenvolvimento. Então, as incubadoras devem ser tecnologicamente capazes de ajustes automáticos, respondendo rapidamente e eficazmente, as necessidades fisiológicas do embrião em desenvolvimento.

2.4 Estágio múltiplo versus estágio único

Existem hoje no mercado dois principais sistemas de incubação artificial: estágio único (única idade) e estágio múltiplo (múltiplas idades). Esses dois sistemas possuem características particulares, entretanto, as máquinas de estágio único vêm ganhando mercado em todo mundo por serem consideradas, atualmente, mais produtivas (MORO, 2007).

A indústria avícola brasileira adotou há várias décadas o sistema de estágio múltiplo de incubação artificial de ovos férteis de matrizes pesadas com o objetivo de maximizar a produtividade do incubatório, além de obter uma significativa economia de energia na época (GONZALES, 2009).

A incubação moderna, entretanto, está migrando do conceito de estágio múltiplo para estágio único. Segundo WINELAND & OVIEDO-RONDÓN (2010) o sistema de incubação em estágio único pode ser capaz de proporcionar ao embrião melhor aproveitamento dos nutrientes, maturação dos órgãos durante a incubação e consequentemente melhorar o rendimento de todo processo de incubação. Esse conceito já é realidade predominante em diversos países, principalmente nos países europeus, porém apenas cerca de 10% dos incubatórios brasileiros adotaram esse novo modelo de incubação (BOERJAN, 2006a).

MAULDIN (2006) conduziu experimento com o intuito de comparar diversos parâmetros de incubação obtidos de sistemas de incubação de estágio único e estágio múltiplo e obteve como resultados melhor desempenho para a maioria dos parâmetros de incubação nas máquinas de estágio único.

Em estudo realizado por BENNETT (2010) a incubação em estágio único também proporcionou resultados superiores em relação à qualidade do pinto e taxa de eclosão se comparados com a incubação em estágio múltiplo.

Na incubação em estágio múltiplo, uma mesma máquina é utilizada para comportar embriões em diferentes estágios de desenvolvimento, normalmente três ou seis lotes de ovos são incubados em diferentes dias do período de incubação, de tal modo que a cada semana um ou dois novos lotes substituem outros que são transferidos para os nascedouros (GONZALES, 2009).

As necessidades fisiológicas do embrião variam em função do seu estágio de desenvolvimento, sendo a manutenção da temperatura de desenvolvimento embrionário o fator considerado mais importante durante o processo de incubação. A temperatura embrionária é o que determina se haverá ou não homeostase para o desenvolvimento do embrião. Dessa forma, a temperatura embrionária deve ser estável e controlada dentro dos limites aceitáveis do primeiro ao último dia de incubação (CALIL, 2009).

No sistema de incubação em estágio múltiplo, a programação de temperatura, assim como de umidade e troca de ar fresco é realizada uma única vez considerando a idade da matriz e também o tempo de estocagem dos ovos. A temperatura da máquina é fixa e normalmente programada para 100,04°F (37,8°C), permitindo pequenas variações DEEMING (2006). O sistema funciona através da troca de calor metabólico produzido pelos embriões em estágio de desenvolvimento mais avançado com os embriões mais jovens presentes nas bandejas adjacentes, proporcionando um equilíbrio térmico dentro da máquina (GONZALES, 2009).

De acordo com BOERJAN (2006a) a grande vantagem da incubação em estágio múltiplo consiste na facilidade tanto de controlar o sistema das máquinas como na gestão de todo o processo de incubação. A principal desvantagem, entretanto, é que os ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo permanecem sob as mesmas condições físicas durante todo o período de

incubação, consequentemente as reais necessidades fisiológicas dos embriões em desenvolvimento acabam não sendo suprido, o que dificulta a obtenção simultânea de boas taxas de eclodibilidade e qualidade do pinto.

Da mesma forma, CALIL (2009) afirma que uma das desvantagens do sistema em estágio múltiplo é que normalmente as trocas de calor entre os embriões mais velhos e mais novos não ocorre de forma eficiente, mantendo-se os embriões jovens mais frios do que os valores aceitos pela comunidade científica. E no final da incubação, os equipamentos não conseguem remover o calor embrionário, mantendo-os acima da temperatura de ótimo fisiológico.

Os incubatórios são uma importante via de multiplicação e disseminação de salmonela e outras doenças. Temperatura e umidade adequada nos incubatórios, juntamente com excesso de matéria orgânica cria condições perfeitas para o crescimento de bactérias, vírus e fungos. Com a incubação em múltiplo estágio é difícil manter o risco sob controle, visto que as máquinas dificilmente são esvaziadas. Não somente a limpeza e desinfecção são tarefas difíceis, mas o movimento contínuo de ovos entrando e saindo da incubadora, aumenta enormemente o risco de contaminação cruzada se a higiene dos ovos e a condensação não estiverem sob controle (MEIJERHOF, 2008b).

O estágio único é a melhor escolha para as atuais linhagens que detêm alto rendimento e metabolismo (BOERJAN, 2004). De acordo com CALIL (2009) os equipamentos de incubação em estágio único são capazes de melhorar ainda mais os resultados zootécnicos dos incubatórios, pois conseguem atender de forma mais eficiente as necessidades fisiológicas do embrião moderno.

Na incubação em estágio único a máquina é carregada completamente a cada ciclo. Dessa forma todos os embriões contidos em uma máquina, num determinado momento, estão no mesmo estágio de desenvolvimento cronológico (CALIL, 2009).

Esse sistema possui programas que permitem alterações na temperatura, ventilação e umidade no decorrer do processo de incubação, a fim de produzir a mais alta eclodibilidade e qualidade dos pintos. A temperatura, por exemplo, ao invés de se manter fixa dentro da máquina de incubação, fazem-se reajustes à medida que prossegue a incubação, a fim de atender as reais necessidades do embrião DEEMING (2006).

Da mesma forma ocorre com as trocas gasosas, que são ajustadas em função da atividade metabólica dos embriões em desenvolvimento. Os níveis de dióxido de carbono são ajustados a um determinado valor e quando se ultrapassa o nível no interior da máquina os sistemas de ventilação são acionados com o intuito de promover a renovação do ar (MEIJERHOF, 2008c).

Para alcançar uma ótima eclosão e qualidade do pinto de um dia, os ovos tem que perder certa quantidade de peso durante todo processo de incubação. Sendo assim, as máquinas de incubação em estágio único possibilitam o controle dos níveis de umidade no interior da máquina no decorrer do processo de incubação com o intuito de alcançar o perfil adequado de perda de peso, desde o carregamento até a transferência (ARAÚJO & ALBINO, 2011).

GONZALES (2009) afirma que além de conservar a temperatura ótima do embrião, ajustar as trocas gasosas para a adequada atividade metabólica e manter constante a perda de umidade, as máquinas de estágio único permitem melhorar a condição sanitária da incubação e, ainda, possibilita a revisão técnica da máquina com uma periodicidade maior, minimizando as perdas de incubação por quebra do equipamento no meio do período de desenvolvimento embrionário. É importante ressaltar também que projetos com máquinas modernas apresentam consumo de energia inferior aos equipamentos convencionais de estágio múltiplo, resultando em menor custo de produção, item tão crítico atualmente nos incubatórios.

O sistema de incubação em estágio único permite o controle mais eficiente do ambiente de incubação o que consequentemente melhora a eclodibilidade e a qualidade do pinto. Diante das vantagens proporcionadas por esse sistema os fabricantes vêm sendo estimulados a desenvolver equipamentos cada vez mais sofisticados capazes de monitorar e controlar o ambiente de incubação DEEMING (2006).

As principais inovações tecnológicas presentes nas modernas máquinas de incubação em estágio único consistem em sistemas que monitoram constantemente a temperatura da casca do ovo através de sensores infravermelhos e assim controlam os aquecedores e refrigeradores. Por sua vez, esses sistemas monitoram os níveis de dióxido de carbono (CO2) para determinar a taxa de ventilação da máquina. Ainda, as máquinas de incubação em estágio

único possuem um sistema de pesagem dos ovos que monitora e automaticamente ajusta os níveis de umidade para alcançar o perfil adequado de perda de peso desde o carregamento da incubadora até a transferência (VAN DER SLUIS, 2004). Com todas essas inovações tecnológicas espera-se que os processos fisiológicos dos embriões sejam melhores atendidos, resultando em melhor eclodibilidade e qualidade dos neonatos com consequente maior produtividade do frango de corte.

3 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi comparar os sistemas de incubação em estágio múltiplo e estágio único, avaliando-se o rendimento do processo de incubação e o desempenho zootécnico de frangos de corte originados de ovos embrionados incubados nos dois sistemas.

REFERÊNCIAS

1. ALDA, T.R.B.L**.** Causa de mortalidade embrionária e deformidades do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. Campinas: FACTA, 2003. p.169 - 176.

2. AR, A.; RAHN, H. Water in the avian egg: overall budget of incubation. **American Zoologist**, v. 20, p.373-384, 1980.

3. ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T. Incubadoras de estágio único e múltiplo. In: ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T. **Comercial incubation**. Viçosa: Transworld Research Network, 2011. Cap. 4, p.69-88.

4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE PINTOS DE CORTE. Estatísticas e preços. [online], 2012. Disponível em: http://www.avisite.com.br/economia/index.php?acao=producaopintos. Acesso em: 2 jan. 2013.

5. BARBOSA, V.M.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C.; LANA, A.M.Q.; LARA, L.J.C.; SOUZA, M.R.; Efeitos da umidade relativa do ar na incubadora e da idade da matriz leve sobre o rendimento da incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 3, p.741-748, 2008.

6. BENITES, C.I.; FURTADO, P.B.S.; SEIBEL, N.F. Características e aspectos nutricionais do ovo. In: SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWEDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. Da Universidade UFPEL, 2005. p.57-64.

7. BENNETT, B. Single stage vs. multi stage. **The Customer Newsletter of Jamesway Incubator Company** [online], 2010. Disponível em: http://www.jamesway.com/images/stories/hatchtalk/june2010.pdf. Acesso em 15 jul. 2012.

8. BOERJAN, M. **Single Stage is the most natural choice. Pas Reform Academy** [online], 2004. Disponível em: http://www.pasreform.com/academy.html. Acesso em 15 ago. 2012.

9. BOERJAN, M. Incubation for uniformity. **Australian Poultry Science**, nº 18, p.174-181, 2006a.

10. BOERJAN, M. **Early Embryogenesis of the chick**. In: Post Graduation Course in Incubation Biology and Management. University of Wageningen, Holland, 2006b.

11. BOERJAN, M. Perfil ideal de perda de peso durante a incubação. **Revista Avisite** [online], 2011. Disponível em: www.avisite.com.br. Acesso em: 02 out. 2012.

12. BOLELI, I.C. Estresse, mortalidade e malformações embrionárias. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da incubação**. Campinas: FACTA, 2003. Cap. 4.4, p.394-434.

13. BRUGGEMAN, V.; WITTERS, A.; DE SMIT, L.; DEBONNE, M.; EVERAERT, N.; KAMERS, B. Acid-base balance in chicken embryos (Gallus domesticus) incubated under high CO2 concentrations during the first 10 days of incubation. **Respiratory Physiology and Neurobiology**. v.159, p.147-154, 2007.

14. BRUZUAL J.J.; PEAK, S.D.; BRAKE, J.; PEEBLES, E.D**.** Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young broiler breeders. **Poultry Science .** v.79, nº.6, p.827-830, 2000.

15. BUHR, R. J. Incubation relative humidity effects on allantoic fluid volume and hatchability. **Poultry Science**, v.74, p.874-884, 1995.

16. BUTLER, D.E. Egg handling and storage at the farm and hatchery. In: **Avian incubation**. London: Butterworths, p.195-203, 1991.

17. CALIL, T.A.C. Princípios básicos de incubação. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007. Santos, **Anais...** Santos: FACTA, 2007.

18. CALIL, T.A.C. Incubação estágio único e estágio múltiplo. In: Simpósio Goiano de Avicultura, 9, 2009, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2009.

19. CARLEA, L.; MICLEA, V.; ZAHAN, M. Study on the Influence of Carbon Dioxide on Embryonic Development in Chickens. **Animal Science and Biotechnologies**, v. 67, p.127-131, 2010.

20. CARTWRIGHT, A.L.; POWERS, T.G. Hatching Eggs in the Classroom: A Teacher's Guide . Department of Poultry Science. **Texas Agricultural Extension Service**, the Texas A&M University System. p.1-10, 2001.

21. CHRISTENSEN, V.L.; HAVENSTEIN, G.B.; DAVIS, E.S. Egg Characteristics, Carbohydrate Metabolism and Thyroid Hormones in Late Chick Embryos from Different Genetic lines. **Poultry Science**. v.74, n.3, p.551-562, 1995.

22. CHRISTENSEN, V.L. Factors associated with early embryonic mortality. **World's Poultry Science Journal,** v.57, p.359-372, 2001.

23. COLEMAN, M.A.; COLEMAN, G.E. Ascites Control Through Proper Hatchery Management. **World Poultry Science**. v.7, p.33-35, 1991.

24. DAHLKE, F.; GONZALES, E.; FURLAN, R.L.; GADELHA, A.C.; ROSA, P.S.; MEURER, R.F.P.; MAIORKA, A. Desenvolvimento folicular de embriões de frangos de corte de diferentes genótipos expostos ao estresse térmico crônico. **Ciência Rural**. v.38, n.8, p.2314-2320, 2008.

25. DECUYPERE, E.; DEWIL, E.; KÜHN, R. The Hatching Process and the Role of Hormones. **Avian incubation**. p.239-256, 1991.

26. DECUYPERE, E.; MICHELS, H. Incubations temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.29-38, 1992.

27. DECUYPERE, E.; TONA, K.; BRUGGEMAN, V.; BAMELIS, F. The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.57, p.127-138, 2001.

28. DECUYPERE, E.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUGGEMAN, V. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. Campinas: FACTA, 2003. Cap. 1.4, p.67-86.

29. DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. **Poultry Science**. v.86, p.1037-1042, 2007.

30. DEEMING, D. C. Characteristics of unturned eggs: Critical period, retarded embryonic growth and poor albumen utilization. **British Poultry Science**, v.30, n.2, p.239-249, 1989.

31. DEEMING, D.C. Is control of single stage incubation using metabolic parameters appropriate? In: 12th European Poultry Conference. Verona, 2006. **Anais eletrônicos...** [online]. Disponível em: http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSAVerona/10298.pdf. Acesso em: 12 nov. 2012.

32. DE SMIT, L.; BRUGGEMAN, V.; TONA, J.K.; DEBONNE, M.; ONAGBESAN, O.; ARCKENS, L. Embryonic developmental plasticity of the chick: increased CO2 during early stages of incubation changes the developmental trajectories during prenatal and postnatal growth. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v.145, p.166-175, 2006.

33. EDWARDS, C.L. The physiological zero and the index of development from the egg of the domestic fowl. **American Journal Physiol**. v.6, p.351–397, 1902.

34. ELIBOL, O.; PEAK, S.D.; BRAKE, J. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**. v.81, p.945–950, 2002.

35. ELIBOL, O.; BRAKET, J. Effect of Frequency of Turning from Three to Eleven Days of Incubation on Hatchability of Broiler Hatching Eggs. **Poultry Science**. v.82, p.357–359, 2003.

36. ELIBOL, O.; BRAKET, J. Identification of critical periods for turning broiler hatching eggs during incubation. **British Poultry Science**, v.45, p.631-637, 2004.

37. ELIBOL, O.; BRAKET, J. Effect of Egg Turning Angle and Frequency During Incubation on Hatchability and Incidence of Unhatched Broiler Embryos with Head in the Small end of the Egg. **Poultry Science.** v.85, p.1433–1437, 2006.

38. ERNST, R.A.; WEATHERS, W.W.; SMITH,J. Effects of Heat Stress on Day-old Broiler Chicks. **Poultry Science**. v.63, p.1719–1721,1984.

39. EVERAERT, N.; KAMERS, B.; WITTERS, A.; DE SMIT, L.; DEBONNE, M.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Effect of four percent carbon dioxide during the second half of incubation on embryonic development, hatching parameters and posthatch growth. **Poultry Science**. v.86, p.1372–1379, 2007.

40. FASENKO, G.M. Egg storage and the embryo. **Poultry Science**. v.86, p.1020–1024, 2007.

41. FRENCH, N.A. Modeling Incubation Temperature: The Effects of Incubator Design, Embryonic Development and Egg Size. **Poultry Science**. v. 76, p.124–133, 1997.

42. FRENCH, N.A. What the Embryo Needs. In: **Proceedings of Incubation**. p.01-05, 2010.

43. FRANCISCO, N.S.; GARCIA, R.G.; SUNADA, N.S.; OLIVEIRA, A.B.M.O.; PILECCO, M.; BELLONI, M. Fatores que interferem na incubação de ovos de frangos de corte. In: VI SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP, 2010. Dracena, **Anais...** 2010.

44. FUNK, E.M.; BIELLIER, H.V. The minimum temperature for embryonic development in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Poultry Science.** v.23, p.538–540, 1944.

45. GLADYS, G.E.; HILL, D.; MEIJERHOF, R.; SALEH, T.M.; HULET, R.M. Effect of Embryo Temperature and Age of Breeder Flock on Broiler Post-hatch Performance. **Poultry Science**. v.79(Suppl.1), 2000.

46. GONZALES, E.; CESARIO, M.D. Desenvolvimento embrionário. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. Campinas: FACTA, 2003. Cap. 1.3, p.51-54.

47. GONZALES, E. Análise de problemas de eclodibilidade e fertilidade de plantéis avícolas por métodos de embriodiagnóstico. In: X Congresso Nacional de Zootecnia – Zootec. **Anais eletrônicos...** [online]. Campo Grande, 2005. Disponível em: http://www.abz.org.br/files.php?file=documentos/Elisabeth_910013612. Acesso em: 02 out. 2012.

48. GONZALES, E. Estágio múltiplo VS único de incubação artificial de ovos. **Revista Avicultura Industrial.** Agosto, 2009. Disponível em: http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/incubacao/20090831081247_Y_742. Acesso em: 20 ago. 2012.

49. HAMDY, A.A.M.; VAN DER HEL, W.; HENKEN, A.M.; GALAL, A.G.; ABD-ELMOTY, A.K.I. Effects of air humidity during incubation and age after hatch on

heat tolerance of neonatal male and female chicks. **Poultry Science**. v.70, p.1499-1506, 1991.

50. HODGETTS, B. Egg quality and hatchability, **International Hatchery Practice,** v.2, n.4, p.17-19, 1985.

51. HULET, R.M., WHEELER, E.; ROUSH, W.B. Evaluation of embryonic metabolism and heat production of high yielding broiler breeds: Single stage environment. **U.S. Poultry & Egg Association**, 2006. [online]. Disponível em: http://www.uspoultry.org/research/resproj/PROJ_282.HTM. Acessado em 05 out. 2012.

52. HULET, R.M. Symposium: managinh the embryo for performance. Managing incubation: whereare we and why? **Poultry Science**. v.86, p.1017–1019, 2007.

53. HULET,R.; GLAYDS, G.; HILL, D.; MEIJERHOF, R.; EL-SHIEKH, T. Influence of Eggshell Embryonic Incubation Temperature and Broiler Breeder Flock Age on Posthatch Growth Performance and Carcass Characteristics. **Poultry Science**. v.86, p.408–412, 2007.

54. JAENISCH, F.R.F.; BITTENCOURT, G.; SONCINI, R.; CUCCHI, V.; JR. BARIONI, W. Resposta histológica no coração e pulmão de frangos submetidos a suplementação de oxigênio durante incubação. In: Reunião da sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 1997. Juiz de fora, **Anais...** Juiz de Fora, 1997.

55. KROETZ NETO, F.L.; GONZALES, E.; HADA, F.; AIRES, A. Atmosfera com Aumento Gradativo de até 10000ppm de CO2 nos Dez Primeiros Dias de Incubação Melhora a Eclodibilidade de Pintos de Corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2011. Santos, **Anais...** Santos: FACTA, 2011.

56. LANCASTER, F.M.; JONES, D.R. Cooling of broiler hatching eggs during incubation. **British Poultry Science**. v. 29, p.597-604, 1988.

57. LA SCALA Jr., Newton. Aspectos físicos da Incubação. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. Campinas-SP, Brasil. FACTA: Fundação Apinco de Ciências e Tecnologias Avícolas. 2003.

58. LEKSRISOMPONG, N.; ROMERO-SANCHEZ, H.; PLUMSTEAD, P. W. et al. Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks. **Poultry Science**. v.86, p.2685-2691, 2007.

59. LEKSRISOMPONG, N.; ROMERO-SANCHEZ, H.; PLUMSTEAD, P. W.; BRANNAN, K.E.; YAHAV, S.; BRAKE, J. Broiler incubation. 2. Interaction of incubation and brooding temperatures on broiler chick feed consumption and growth. **Poultry Science**. v.88, p.1321–1329, 2009.

60. LOURENS, A. The importance of air velocity in incubation. **World Poultry**. v.17, p.29–30, 2001.

61. LOURENS, A. Embryo Development and Chick Temperature. **Avian Poultry Biology**. v.5, p.226–227, 2004.

62. MAXWELL, M.H., SPENCE, S., ROBERTSON, G.W., MITCHELI, M.A. Hematological and morphological responses of broiler chicks to hypoxia. In: **Avian Pathology.** v.19, p. 23- 40. 1990.

63. MAULDIN, M.J. Air requirements during incubation. **College of Agricultural and Environmental Sciences**. Georgia, 2003.

64. MAULDIN, M.J. Hatchery breeder tip… Results from a study of single stage vs multistage incubation in a Georgia Hatchery. **College of Agriculture and Environmental Sciences.** Georgia, 2006.

65. MEIJERHOF, R.; VAN BEEK, G. Mathematical modelling of temperature and moisture loss of hatching eggs. **Journal of Theoretical Biology**, v.165, p.27-41, 1993.

66. MEIJERHOF, R. Princípio da perda de umidade durante a incubação. Hatchtech Tecnologia de Incubação, 2008a [online]. Disponível em: http://www.hatchtech.nl/html/br/pdf/articles/Principio%20da%20perda%20de%20umidade%20durante%20a%20incubacao.pdf. Acessado em 05 set. 2012.

67. MEIJERHOF, R. fluxo de ar contolado como ferramenta de higiene e biosseguridade. Hatchtech Tecnologia de Incubação, 2008b [online]. Disponível em: http://www.hatchtech.nl/html/br/pdf/articles/Fluxo%20de%20ar%20controlado%20como%20ferramenta%20de%20higiene%20e%20biosseguridade.pdf. Acessado em 05 set. 2012.

68. MEIJERHOF, R. Ventilação das incubadoras, os segredos do dióxido de carbono, umidade e finalmente a temperatura. Hatchtech Tecnologia de Incubação, 2008c [online]. Disponível em: http://www.hatchtech.nl/html/br/pdf/articles/Ventilacao%20das%20incubadoras%20os%20segredos%20do%20dioxido%20de%20carbo.pdf. Acessado em 05 set. 2012.

69. MOLENAAR, R. The impact of high egg shell temperatures during incubation. **Technical Information**, 2009 [online]. Disponível em: http://www.hatchtechnology.nl/html/pdf/articles/The%20impact%20of%20high%20egg%20shell%20temperatures%20during%20incubation.pdf. Acessado em 05 set. 2012.

70. MOLENAAR, R.; REIJRINK, I.A.M.; MEIJERHOF, R.; VAN DER BRAND, H. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: A review. **Brazilian Journal of Poultry Science** v.12, n.3, p.137-148, 2010a.

71. MOLENAAR, R.; MEIJERHOF,R.; VAN DER ANKER, I.; HEETKAMP, M.J.W.; VAN DER BORNE, J.J.G.C.; KEMP,B.; VAN DER BRAND, H. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. **Poultry Science**. v.89, p.2010–2021, 2010b.

72. MOLENAAR, R.; HULET, R.; MEIJERHOF, R.; MAATJENS, C.M.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. High eggshell temperatures during incubation decrease growth performance and increase the incidence of ascites in broiler chickens. **Poultry Science**, v.90, p.624-632, 2011.

73. MORAES, V.M.B.; MALHEIROS, R.D.; FURLAN, R.L.; BRUNO, L.G.D; MALHEIROS, E.B.; MACARI, M. Effect of Environmental Temperatures During the First Week of Brooding Period on Broiler Chick Body Weight, Viscera and Bone Development. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.4, p.1–8, 2002.

74. MORAN, E.T. Nutrition of the developing embryo and hatchling. **Poultry Science**, v.86, p.1043-1049, 2007.

75. MORO, D. Conceitos sobre sistemas de incubação: etapa única x etapa múltipla e o conceito de bio-resposta. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007. Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2007, p.81-88.

76. ONAGBESAN, O.; BRUGGEMAN, V.; DE SMIT, L.; DEBONNE, M.; WITTERS, A.; TONA, K.; EVERAERT, N.; DECUYPERE, E. Gas Exchange During Storage and Incubation of Avian Eggs: Effects on Embryogenesis, Eatchability, Chick Quality, and Post-hatch Growth. **World's Poultry Science Journal.** v.63, p.557-573, 2007.

77. OVIEDO-RONDÓN, E.O.; MURAKAMI, A.E. Fatores que Interferem no Desenvolvimento Embrionário e seus Efeitos nos Problemas Metabólicos Pós-eclosão em Frangos de Corte. **Acta Scientiarum** v.3, p.373-382, 1998.

78. PIAIA, J.C.Z. **Aplicação da Inteligência Artificial no Monitoramento do Processo de Incubação.** 2005. 70f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

79. RAHN, H.; AR, A.; PAGANELLI, C. How Bird Eggs Breathe. **Scientific American**. v.46, p.38-45, 1979.

80. ROBERTSON, I.S. Studies in the effect of humidity on the hatchability of hen's Eggs. I. The determination of optimum humidity for incubation. Journal **of Agricultural Science**. v.57, p.185-194, 1961a.

81. ROBERTSON, I. S. The influence of turning on the hatchability of hens' eggs. II. The effect of turning frequency on the pattern of mortality, the incidence of malpositions, malformations and dead embryos with no somatic abnormality. **Journal of Agriculture Science Cambridge**. v.57, p.57–69, 1961b.

82. ROMIJN, C.; LOKHORST, W. Chemical heat regulation in the chick embryo. **Poultry Science**. v.34, p.649–654, 1955.

83. ROSA, P.S.; GUIDONI, A.L.; LIMA, I.L.; BERSCH, F.X.R. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e

classificados por peso sobre os resultados de incubação, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.1011-1016, 2002.

84. SALAZAR, A.I. Nuevas ideas sobre el manejo de la concentración del CO2 y del porcentaje de humedad relativa en incubadoras multietapa. In: Congresso Latinoamericano de Avicultura, 2005. Panamá. **Anais...** XIX Congresso Latino-americano de Avicultura, Panamá, 2005.

85. SANTOS, G.C.F.; CAMPOS, E.J.; SILVA, P.L. Efeito da linhagem e da idade de reprodutoras pesadas e leves sobre a perda de umidade dos ovos durante o período de incubação. In: Conferência APINCO de Ciências e Tecnologias Avícolas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.21, 2005.

86. SCHMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; ÁVILA, V.S. **Incubação: estocagem dos ovos férteis**. Comunicado Técnico Embrapa, n. 303, Embrapa Suínos e Aves, 2002.

87. SCOTT, T.R.; WASHBURN, K.W. Evaluation of Growth, Hormonal, and Hematological Responses of Neonatal Chickens to Reduced Temperature Brooding. **Poultry Science**. v.64, p.777–784, 1985.

88. SUAREZ, M.E.; WILSON, H.R.; MCPHERSON, B.N.; MATHER, F.B.; WILXCOX, C.J. Low temperature effects on embryonic development and hatch time. **Poultry Science**, v.75, p.924-926, 1996.

89. TAYLOR, G. Understanding high yield broiler incubation. **Zootecnica International**, v.22, n.7, p.32-36, 1999.

90. THOMPSON, J.B.; WILSON, H.R.; VOITLE, R.A. Influence of high temperature stress of 16-day embryo on subsequent hatchability. **Poultry Science**. v.55, p.892-894, 1976.

91. TONA, K.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, B.; BRUGGEMAN, V.; MORAES, V.M.B.; BUYSE, J.; ONAGBESAN, O.; DECUYPERE, E. Effects of egg storage time on spread of heatch, chick quality and chick juvenile growth. **Poultry Science**, v.82, p.736-741, 2003a.

92. TONA, K.; ONAGBESAN, O.; DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Effects of turning duration during incubation on corticosterone and thyroid hormone levels, gas pressures in air cell, chick quality and juvenile growth. **Poultry Science**. v.82, p.1974–1979, 2003b.

93. TONA, K.; ONAGBESAN, O.; BRUGGEMAN, V.; MERTENS, K.; DECUYPERE, E. Effects of Turning Duration During Incubation on Embryo Growth Utilization of Albúmen, and Stress Regulation. **Poultry Science**. v.84, p.315–320, 2005.

94. TONA, J.K.; ONAGBESAN, O.; BRUGGEMAN, V.; DE SMIT, L.; FIGUEIREDO, D.; DECUYPERE, E. Non-ventilation during early incubation in

combination with dexamethasone administration during late incubation: 1. Effects on hysiological hormone levels, incubation duration and hatching events. **Domestic Animal Endocrinology**, v.33, p.32-46, 2006.

95. TULLETT, S.G.; BURTON, F.G. Factors affecting the weight and water status of the chick at hatch. **British Poultry Science**, v.23, p.361-369, 1982.

96. VAN DER SLUIS, W. From multi-to advanced single-. **World Poultry**. V.20, n.3, p.18-19, 2004.

97. VICK, S.V.; BRAKE, J.; WALSH, T.J. Relationship of incubator humidity and flock age to hatchability of broiler hatching eggs. **Poultry Science**, v.72, p.251-258, 1993.

98. WATKINS, B.A. Biochemical and Physiological Aspects of Polyunsaturates. **Poultry and Avian Biology**. v.1, p.1-18, 1995.

99. WILLEMSEN, H.; KAMERS, B.; DAHLKE, F.; HAN, H.; SONG, Z.; ANSARI PIRSARAEI, Z.; TONA, K.; DECUYPERE, E.; EVERAERT, N. High- and low-temperature manipulation during late incubation: Effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. **Poultry Science**. v.89, p.2678-2690, 2010.

100. WILSON, H.R. Physiological requirements of the developing embryo: temperature and turning. In: Avian Incubation. **Poultry Science Symposium**. v.22, p.145- 156. 1991.

101. WILSON, H.R. Effects of Maternal Nutrition on Hatchability. **Poultry Science,** v.76, p.134-143, 1997.

102. WINELAND, M.J.; MANN, K.M; FAIRCHILD, B.D.; CHRISTENSEN, V.L. Effect of high and low incubator temperatures at different stages of incubation upon the broiler embryo. **Poultry Science**. v.7, 2000.

103. WINELAND, M.J.; OVIEDO-RONDON, E.O. Single stage incubation systems versus multi stage incubation systems. In: **9no SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN AVICOLA DE AMEVEA,** Argentina [online], 2010. Disponível em: http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/management/forums/single-stage-incubation-systems-t4787/124-p0.htm. Acesso em 20 jul. 2012.

CAPÍTULO 2 – INCUBAÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE MATRIZES PESADAS EM MÁQUINAS DE ESTÁGIO ÚNICO E MÚLTIPLO

RESUMO

Foram conduzidos cinco ensaios experimentais com o objetivo de comparar o rendimento do processo de incubação em máquinas de estágio único e múltiplo de ovos de matrizes pesadas Cobb 500. Cada um dos ensaios foi dividido em duas fases experimentais. Na primeira fase experimental um total de 1.400 ovos foi incubado em delineamento de blocos casualizados com dois tratamentos (estágio único e estágio múltiplo), sendo cada ensaio experimental os blocos. Em cada ensaio, foram avaliados 140 ovos e todos os pintos eclodidos dos ovos selecionados (unidade experimental). Foram analisados o peso dos ovos, percentual de perda de peso dos ovos, peso dos pintos no nascimento e na expedição, peso do resíduo vitelino, peso do pinto sem o resíduo vitelino, comprimento do pinto e avaliação visual. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($P<0,05$). A média de escore de qualidade dos pintos foi analisada pelo teste de Friedman ($P<0,05$) e para a análise dos percentuais de pintos em cada categoria de escore de qualidade foi utilizado o teste exato de Fisher ($P<0,05$). Na segunda fase experimental, foi incubado um total de 25.360 ovos distribuídos em bandejas para a análise da eclodibilidade, janela de nascimento, distribuição de nascimentos e embriodiagnóstico. Para os dados de eclodibilidade e janela de nascimento utilizou-se delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 (pintos oriundos de dois estágios de incubação e três posições das bandejas dentro da máquina de incubação). As repetições foram constituídas pelas bandejas, totalizando 285 bandejas avaliadas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Para os resultados do embriodiagnóstico avaliaram-se todos os ovos não eclodidos das 285 bandejas selecionadas e os dados foram analisados através da dispersão de frequência com teste exato de Fisher e odds ratio. Para os resultados da distribuição de nascimentos, foram estimados modelos não lineares para comparar a evolução da eclodibilidade nas duas máquinas. Conclui-se que a incubação de ovos férteis de matrizes pesadas da linhagem Cobb 500 em máquinas de estágio único possibilita a obtenção de melhor produtividade do incubatório em relação às máquinas em estágio múltiplo, como consequência da maior eclodibilidade e melhor qualidade dos neonatos obtidos.

Palavras chave: eclodibilidade, embriodiagnóstico, pintos de corte, qualidade do neonato

CHAPTER 2 – INCUBATION OF BROILER BREEDER EGGS IN SINGLE AND MULTIPLE STAGE MACHINES

ABSTRACT

Five experimental trials were conducted aiming at comparing the performance of the incubation process in single and multiple stage machines of Cobb 500 broiler breeder fertile eggs. Each test was divided into two phases. In the first experimental phase, a total of 1.400 eggs were incubated in a randomized block design with two treatments (single stage and multiple stage) and the blocks consisted of each experimental trial. In each test, 140 eggs and all hatched chicks from selected eggs were evaluated. Egg weight, percentage of weight loss of eggs, chicks weight at hatch and expedition, residual yolk weight, chick weight without residual yolk, chick length and visual assessment were analyzed. Data were subjected to analysis of variance ($P<0.05$). The average quality score of the chicks was analyzed using Friedman's test and the percentage of chicks in each quality score category was analyzed by Fisher's exact test ($P<0.05$). At the second experimental phase, a total of 25.360 eggs was incubated and distributed on egg trays for the analysis of hatchability, hatch window, distribution of births and embryo diagnosis. For hatchability and hatch window a randomized block design in a 2x3 factorial arrangement (chicks from two stages of incubation and three positions of the trays into the machine incubation) was used. The repetitions were constituted by the trays, in a total of 285 trays. These results were analyzed by analysis of variance and the means were compared by Tukey test ($P<0.05$). To evaluate the results of embryo diagnosis all unhatched eggs from 285 selected trays were evaluated and the data were analyzed by frequency dispersion by Fisher's exact test and odds ratio. For the results of birth distribution, nonlinear models were estimated to compare the hatchability evolution on both machines. We concluded that incubation of fertile eggs from Cobb 500 broiler breeders in single stage machines enables to obtain better productivity of the hatchery than multiple stage machines, as a result of higher hatchability and better quality of neonates.

Keywords: chicks, embryo diagnose, hatchability, neonate quality

1 INTRODUÇÃO

As indústrias responsáveis pela incubação de ovos de linhagens pesadas buscam constantemente meios para melhorar a produtividade através do aumento da eclodibilidade e melhora da qualidade e uniformidade dos pintos de um dia. Uma possível solução para aprimorar esses resultados seria a mudança do sistema de incubação em estágio múltiplo para estágio único (FRANCISCO et al., 2010).

No sistema tradicional de incubação em estágio múltiplo (EM) uma mesma máquina de incubação comporta embriões em diferentes estágios de desenvolvimento. Em contrapartida, na incubação em estágio único (EU) a máquina é carregada a cada ciclo comportando embriões em um mesmo estágio de desenvolvimento (GONZALES, 2009).

O sistema de incubação EU é capaz de proporcionar ao embrião melhor aproveitamento dos nutrientes, maturação dos órgãos durante a incubação e consequentemente melhorar o rendimento de todo processo de incubação (WINELAND & OVIEDO-RONDÓN, 2010).

Os equipamentos de incubação em EU são dotados de tecnologias que permitem o controle preciso de todo o ambiente de incubação, incluindo o controle de fatores físicos necessários para o bom desenvolvimento embrionário como temperatura, umidade relativa e ventilação (DEEMING, 2006).

Além do controle do ambiente, as máquinas EU permitem melhores condições sanitárias, uma vez que podem passar periodicamente por limpeza e desinfecção (GONZALES, 2009).

Segundo VAN DER SLUIS (2004) existem hoje no mercado máquinas EU dotadas de diversas inovações tecnológicas que permitem um ajuste perfeito do meio ambiente às necessidades metabólicas do embrião. Entre essas tecnologias destacam-se sistemas que monitoram constantemente a temperatura da casca do ovo através de sensores infravermelhos e assim controlam os aquecedores e refrigeradores; sistemas que monitoram o dióxido de carbono (CO2) e utilizam os seus níveis para determinar a taxa de ventilação da máquina; e sistema de pesagem dos ovos que monitora e automaticamente ajusta os níveis

de umidade para alcançar o perfil adequado de perda de peso desde o carregamento até a transferência.

Considerando as possibilidades de obtenção de melhores resultados em incubação de estágio único, objetivou-se neste estudo comparar o rendimento do processo de incubação em máquinas de estágio único e estágio múltiplo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, manejo pré-incubação e manejo da incubação

O experimento foi conduzido no Incubatório comercial da empresa São Salvador Alimentos S/A, localizada no município de Itaberaí – GO no período de junho a setembro de 2011.

Foram realizados cinco ensaios experimentais de incubação utilizando ovos de matrizes pesadas da linhagem Cobb 500®. Em cada experimento foram utilizados ovos do mesmo lote de matrizes com o intuito de não haver diferença de idade entre as máquinas avaliadas. As idades das matrizes utilizadas em cada um dos experimentos foram:

- Experimento 1: matrizes pesadas de 46 semanas;
- Experimento 2: matrizes pesadas de 33 semanas;
- Experimento 3: matrizes pesadas de 37 semanas;
- Experimento 4: matrizes pesadas de 46 semanas;
- Experimento 5: matrizes pesadas de 41 semanas;

Os ovos utilizados nos experimentos eram provenientes de diferentes granjas de matrizes pesadas, responsáveis pelo fornecimento de ovos para o incubatório comercial onde foram realizados os experimentos.

Após a chegada ao incubatório, os ovos sujos, trincados, quebrados, pequenos e deformados foram descartados segundo o protocolo adotado pelo incubatório. Em seguida, os ovos considerados incubáveis foram distribuídos nos carrinhos de incubação e permaneceram armazenados em ambiente controlado com ar condicionado que mantinha a temperatura dos ovos em aproximadamente 21ºC. Em todos os experimentos o período de armazenamento dos ovos no incubatório foi de quatro dias.

Os ovos destinados á incubação em máquinas estágio múltiplo (EM) foram encaminhados ao pré-aquecimento durante seis horas até atingirem 25 a 27°C. Os ovos para a incubação em estágio único (EU) não sofreram pré-aquecimento, uma vez que o processo é realizado dentro da própria máquina de incubação.

A incubação EM ou EU foi realizada em máquinas fabricadas pela empresa CASP® com as seguintes especificações técnicas:

a) Máquina de estágio múltiplo: modelo CASP CMg 125 HT:

- Número de ovos por bandeja plástica: 96;
- Número de bandejas plásticas por carro: 36;
- Número de carros: 36;
- Capacidade nominal: 124.416 ovos;
- Dimensões: frente - 3,47 m
  lateral - 6,97 m
  altura - 2,68 m
  área - 24,19 m^2
  volume – 64,82 m^3
- Vazão de ar para refrigeração: 1800 m^3/h

b) Máquina de estágio único: modelo CASP Ug 62 HT

- Número de ovos por bandeja plástica: 86;
- Número de bandejas plásticas por carro: 60;
- Número de carros: 12;
- Capacidade nominal: 61.920 ovos;
- Dimensões: frente – 4,24 m
  lateral – 3,68 m
  altura - 2,36 m
  área - 15,60 m^2
  volume – 36,82 m^3
- Vazão de ar para refrigeração: 1000 m^3/h

As máquinas EU produzidas pela CASP® possuem uma associação de novas tecnologias que contribuem para aperfeiçoar as condições ambientais de incubação. Entre elas destacam-se o sistema de monitoramento constante da temperatura da casca do ovo, sistema de pesagem dos ovos (carro balança) que monitora a perda de peso dos ovos, sistema para desumidificação de ar que possibilita ajustar corretamente a umidade nos primeiros dias de incubação e

sistema de monitoramento e controle dos níveis de CO2 que modifica a atmosfera da máquina para alcançar as melhores condições de desenvolvimento do embrião. Essa máquina foi programada para controlar no decorrer do processo de incubação a temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, taxa de renovação de ar, temperatura da casca do ovo e controle dos níveis de O_2, conforme apresentado no supervisório fornecido pelo incubatório (Tabela 1).

A incubadora EM tem seu termostato regulado para manter constante a temperatura de bulbo seco em 99,3°F (37,4°C) e a umidade relativa em 58%.

A viragem dos ovos era realizada uma vez a cada hora em ambas as máquinas. No décimo nono dia de incubação, os ovos foram vacinados contra Doença de Marek e em seguida transferidos para as bandejas de nascimento e encaminhados para os nascedouros, regulados para manter a temperatura de 37,3ºC e 42% UR.

2.2 Primeira fase experimental

A primeira fase experimental foi realizada com o intuito de avaliar o peso dos ovos, assim como a perda de peso dos mesmos durante a incubação, o peso dos pintos no nascimento, peso dos pintos na expedição, peso do resíduo vitelino, peso dos pintos sem o resíduo vitelino, comprimento dos pintos e escore de qualidade.

Em cada ensaio foram selecionados 140 ovos de cada sistema de incubação, sendo analisado nos cinco experimentos um total de 1400 ovos (700 da máquina EU e 700 da máquina EM).

No momento da transferência (19° dia) os ovos previamente selecionados foram acondicionados individualmente em bandejas de nascimento adaptadas com divisões metálicas ar-permeável, possibilitando a identificação do neonato com o respectivo ovo. Cada bandeja adaptada possui capacidade para 20 ovos, sendo necessárias sete bandejas em cada máquina de incubação por experimento.

TABELA 1 - Parâmetros de temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), renovação de ar mínima (mín) e máxima (máx), temperatura da casca do ovo e controle dos níveis de O_2

Horas	TBS (°F)	TBU (°F)	Renovação de ar (mín/max)	Temperatura da Casca do ovo (°F)	O_2 (%)
00 a 24	100,2	90,00	0	99,80	0,30
25 a 48	100,2	89,00	0	99,80	0,30
49 a 72	99,80	89,00	0	99,70	0,30
73 a 96	99,80	87,00	5-10	99,70	0,30
97 a 120	99,80	87,00	10-20	99,70	0,30
121 a 144	99,70	86,00	10-20	99,70	0,30
145 a 168	99,60	86,00	15-25	99,70	0,30
169 a 192	99,50	85,00	15-25	99,70	0,30
193 a 216	99,40	85,00	15-25	99,70	0,30
217 a 240	99,20	84,00	15-35	99,70	0,30
241 a 264	99,00	84,00	15-35	99,70	0,30
265 a 288	98,80	84,00	15-35	99,70	0,30
289 a 312	98,60	82,00	15-35	99,70	0,30
313 a 336	98,40	80,00	15-70	99,70	0,30
337 a 360	98,20	80,00	15-70	99,70	0,30
361 a 384	98,00	80,00	15-70	99,70	0,30
385 a 408	97,80	78,00	15-70	99,70	0,30
409 a 432	97,60	78,00	15-70	99,70	0,30
433 a 456	97,40	78,00	15-70	99,70	0,30

°F= Graus Farenhait; Fonte: São Salvador Alimentos S/A

2.2.1 Variáveis analisadas

Os 280 ovos selecionados por experimento foram individualmente pesados em balança de precisão antes de serem destinados às incubadoras e no momento da transferência dos mesmos para os nascedouros. O percentual de perda de peso dos ovos até o 19° dia de incubação foi calculado pela diferença entre os pesos no momento da incubação e na transferência.

Para determinar o peso dos pintos ao nascimento, a eclosão dos ovos no nascedouro foi acompanhada a partir da hora 470 até a retirada dos ovos programada pelo incubatório comercial. A cada seis horas, os nascedouros foram abertos e as bandejas contendo os ovos identificados foram observadas. No caso de eclosão, o neonato era pesado e seu horário de nascimento anotado.

Após a eclosão e retirada do nascedouro, os neonatos foram novamente pesados (peso de expedição), medido o comprimento e examinados macroscopicamente para definir a sua qualidade. O comprimento dos pintos foi realizado posicionando-os sobre uma régua, da ponta do bico até a extremidade do dedo médio da pata. Os pintos foram esticados delicadamente para obtenção de sua medida precisa, sem causar-lhe desconforto ou trauma. O critério utilizado para avaliação da qualidade dos neonatos, apresentado na Tabela 2, foi adaptado de TONA et al. (2003).

Com base nestes critérios, observou-se escore máximo de 100, médio de 50 e mínimo de zero. Além disso, os pintos foram classificados em sete categorias, sendo pintos com escore abaixo de 70, de 71 a 75, de 76 a 80, de 81 a 85, de 86 a 90, de 91 a 95 e de 96 a 100.

Foi realizada também a pesagem do saco vitelino, no qual os pintos foram sacrificados por deslocamento cervical, seguido da abertura da cavidade abdominal e torácica e a retirada da gema residual, a qual foi imediatamente pesada. Com o peso do saco vitelino foi possível o cálculo do peso líquido dos pintos, obtido pela diferença do peso do pinto na expedição pelo peso do resíduo vitelino.

TABELA 2 - Quadro explicativo das variáveis e suas definições, bem como as características com seus devidos pontos (escores) para avaliar os parâmetros de qualidade dos pintos neonatos

Variável	Definição	Características	Escore
Atividade	Verificada quando se coloca o pintainho de costas. Um rápido retorno à posição em pé é definida como boa. Se permanecer deitado, é definido como fraca	Bom Médio Fraco	16 8 0
Penugem	A aparência deve ser limpa e seca. Se estiver úmida e suja, ou ambos são classificados como ruim	Limpa e seca Limpa e úmida Suja e úmida	12 6 0
Olhos	Coloca-se o pintainho em pé e observam-se seus olhos, o brilho e a extensão que ocupa a pálpebra sobre o olho	Abertos e brilhantes Abertos e sem brilho Fechados	10 5 0
Umbigo	Examina-se a área do umbigo e ao redor dele, verificando-se o seu fechamento e sua cor. Se a cor for diferente da cor da pele, registra-se como de má qualidade	Fechado e limpo Fechamento incompleto, coloração normal Aberto e coloração anormal	12 6 0
Membrana remanescente	Na área do umbigo, avalia-se o tamanho de uma possível membrana remanescente. O tamanho será classificado como muito grande, grande ou pequeno	Sem membrana Pequena Grande	12 6 0
Abdômen	Examina-se o abdômen do pintainho visualmente. Se estiver grande (balofo) é classificado como ruim	Normal Médio Distendido	12 6 0
Pernas	O pintainho é colocado em pé para determinar se permanece firme nessa posição. A conformação dos dedos e a articulação do joelho é examinada	Pernas/dedos e articulações normais Uma perna/dedos e articulações afetadas Duas pernas/dedos e articulações afetadas	10 5 0
Canelas	Observa-se o brilho e a cor da canela. A normal deve ser avermelhada e brilhante	Brilhante, avermelhada Brilhante e pálida Opaca e pálida	16 8 0

Fonte: Adaptado de TONA et al. (2003)

2.2.2 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com dois tratamentos (estágio único e estágio múltiplo), sendo cada ensaio experimental um bloco (cinco ensaios experimentais). Em cada ensaio, foram avaliados 140 ovos de cada tratamento e todos os pintos eclodidos dos ovos selecionados (unidade experimental).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. A média de escore de qualidade dos pintos foi analisada pelo teste de Friedman e para a análise dos percentuais de pintos em cada categoria de escore de qualidade foi utilizado o teste exato de Fisher.

As análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Development Core Team, 2010), considerando nível de significância de 5%.

2.3 Segunda fase experimental

O experimento II foi realizado com o intuito de avaliar a eclodibilidade, a dispersão de nascimentos e o embriodiagnóstico.

Foram selecionados 25.360 ovos distribuídos em 285 bandejas, das quais 85 incubadas em EM e 200 em EU. Nas máquinas EU foram utilizadas bandejas com capacidade para 86 ovos e nas máquinas EM bandejas com capacidade para 96 ovos.

As bandejas foram identificadas e distribuídas em pontos diferentes nos carrinhos de incubação para testar o efeito da posição da bandeja no interior da máquina, sendo, uma no alto, duas na porção intermediária e uma na porção inferior. Os demais espaços do carrinho foram ocupados com bandejas contendo ovos que não fizeram parte deste estudo, a fim de manter as condições ambientais da incubadora dentro dos padrões técnicos adotados pelo incubatório.

2.3.1 Variáveis analisadas

Foi calculado o percentual de eclosão em relação ao total de ovos incubados e o percentual de eclosão em relação aos ovos férteis. O número de ovos férteis, utilizado para os cálculos da eclosão em relação aos ovos férteis, foi calculado a partir do percentual de fertilidade, que foi obtido em um teste de fertilidade do lote, realizado no incubatório comercial com os ovos frescos.

Foram escolhidos 100 ovos frescos ao acaso do lote, em cada experimento para a realização do teste de fertilidade. Os ovos eram quebrados, um de cada vez, e a gema separada do albúmen com o intuito de facilitar a visualização do disco germinativo. Os ovos considerados inférteis apresentavam o bastodisco em forma de ponto branco denso e com bordas irregulares; já os ovos férteis apresentavam blastodisco em forma de anel branco, simétrico e com bordas uniformes.

Para o estudo da janela de nascimento e distribuição dos nascimentos a eclosão foi acompanhada a partir da hora 470 (hora 0). Para determinar a percentagem de nascimentos, os nascedouros eram abertos em intervalos regulares de seis horas até a retirada das bandejas (504 horas) e era realizada a contagem do número de pintos nascidos. Após a quantificação das aves nascidas as bandejas retornavam para o nascedouro até o momento da próxima contagem de nascimentos. A janela de nascimento compreendeu o tempo em horas entre o primeiro e o último pintainho nascido em cada bandeja de nascimento.

Decorridas 504 horas de incubação, o incubatório efetuou a retirada das bandejas com os neonatos dos nascedouros. Os ovos não eclodidos das bandejas utilizadas no experimento foram recolhidos, abertos e seu conteúdo analisado para classificação segundo as características de embriodiagnóstico consideradas. As características avaliadas e o padrão estabelecido pelo incubatório comercial para cada característica estão representados na Tabela 3.

TABELA 3 - Padrão estabelecido para as avaliações de embriodiagnóstico

Embriodiagnóstico	**Padrão**
Inférteis, %	3,30%
Mort. Embrionária 0-7d, %	3,20%
Mort. Embrionária 8-14d, %	0,50%
Mort. Embrionária 15-18d, %	1,10%
Mort. Embrionária 19-21d, %	1,22%
Bicado vivo, %	0,20%
Bicado morto, %	0,20%
Pintos nascidos anormais, %	0,00%
Trincados na transferência, %	0,00%
Posição errada, %	0,10%
Contaminados, %	0,00%

Fonte: São Salvador Alimentos S/A

2.3.2 Delineamento experimental e análise estatística

Para os resultados de eclodibilidade e janela de nascimento, foi utilizado delineamento em blocos casualizados, sendo cada ensaio experimental um bloco (cinco ensaios experimentais), em esquema fatorial 2x3 (pintos oriundos de dois estágios de incubação e três posições das bandejas dentro da máquina de incubação). Em cada experimento as repetições foram constituídas por bandejas, totalizando 285 bandejas avaliadas. Esses resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

Para os resultados do embriodiagnóstico avaliaram-se todos os ovos não eclodidos das 285 bandejas selecionadas. Estes dados (embriodiagnóstico) foram analisados através da dispersão de frequência com teste exato de Fisher e odds ratio.

Para os resultados da distribuição de nascimentos, foram estimados modelos não lineares para comparar a evolução da eclodibilidade nas duas máquinas. Para a eclosão acumulada foi utilizado o seguinte modelo logístico:

$$y = a(1 + be^{-cx})^{-1}$$

Em que:

a: parâmetro que representa a eclodibilidade final

b: parâmetro sem interpretação biológica

c: parâmetro que representa a taxa de eclodibilidade

e: constante com valor aproximado de 2,718

Para a eclosão não acumulada foi utilizado o seguinte modelo não linear:

$$y = ae^{-c(x-b)^2}$$

Em que:

a: parâmetro que representa o ponto de máxima eclodibilidade

b: parâmetro que representa o tempo que ocorre a máxima eclodibilidade

c: parâmetro sem interpretação biológica

e: constante com valor aproximado de 2,718

Todas as análises foram realizadas fazendo-se uso do software R (R Development Core Team, 2010), considerando nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Primeira fase experimental

As médias de peso dos ovos (g) antes da incubação e no momento da transferência, assim como os valores de percentual de perda de peso dos ovos (%) dos dois tratamentos estudados encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4 - Valores médios de peso do ovo no momento da incubação (POI), peso do ovo na transferência para o nascedouro (POT) e percentual de perda de peso do ovo (PPO) de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

Variável	Máquina		P*	CV**
	EM	EU		
POI (g)	64,30	63,98	0,054	4,75
POT (g)	56,54	56,44	0,537	5,37
PPO (%)	12,06	11,76	0,021	20,22

* Valor de probabilidade referente ao teste F da análise de variância
**CV(%) = Coeficiente de variação

Não houve diferença estatística para peso dos ovos antes da incubação e no momento da transferência entre os tratamentos estudados. Os pesos semelhantes dos ovos antes da incubação evidenciam a uniformidade da amostra selecionada para o desenvolvimento do experimento.

A perda de peso dos ovos, medidos durante o primeiro dia de incubação até o momento da transferência, foi maior ($P<0,05$) para os ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (12,06%) se comparados com os ovos incubados em máquinas de estágio único (11,76%).

A taxa de perda de peso do ovo do momento da incubação até a transferência para o nascedouro é de grande relevância para a otimização dos índices de incubação (ROSA & AVILA, 2000). BOERJAN (2011) afirma que a perda de peso total em relação ao peso do ovo inicial até o 19° dia de incubação

seja de 11 a 13%. Sendo assim, a perda de peso dos ovos incubados neste experimento está de acordo com o recomendado pela literatura.

A taxa de perda evaporativa do ovo é controlada em grande parte pela umidade relativa presente no interior da máquina incubadora, sendo também, influenciada pela qualidade da casca do ovo (TULLETT & BURTON, 1982). A qualidade da casca está diretamente relacionada com a idade da matriz, sendo que ovos de matrizes velhas são maiores, com consequente redução da espessura e maior porosidade na casca, o que aumenta as trocas gasosas entre o ovo e o meio externo (ROSA et al., 2002). Como as idades das matrizes foram iguais entre os dois tratamentos em cada um dos experimentos, a diferença de perda de peso encontrada ocorreu, principalmente, devido ao melhor controle da umidade relativa no interior da máquina proporcionada pelo sistema de incubação em estágio único.

Os resultados referentes ao peso dos pintos ao nascimento, na expedição, perda de peso dos pintos entre o nascimento e a expedição, peso do saco vitelino, peso dos pintos sem o resíduo vitelino, assim como a relação percentual entre peso médio dos pintos e peso médio do ovo, relação percentual entre peso médio do saco vitelino e peso médio dos pintos e também a média de escore de qualidade dos pintos eclodidos estão representados na Tabela 5.

A média de peso dos pintos e o percentual do peso do pinto em relação ao peso do ovo ao nascimento foram semelhantes entre os tratamentos. Na expedição, o peso dos pintos e o percentual em relação ao peso do ovo dos pintos que foram incubados em máquinas de estágio múltiplo foram superiores ($P<0,05$) ao dos pintos incubados em máquinas de estágio único. Entretanto, o peso dos pintos sem o saco vitelino foi superior ($P<0,05$) na máquina de estágio único, com médias de 39,93 g e 39,60 g para incubação em estágio único e estágio múltiplo, respectivamente. A relação percentual entre peso do pinto sem o resíduo vitelino e o peso do ovo também foi maior ($P<0,05$) na máquina de estágio único.

A diferença existente de peso do pinto sem o saco vitelino entre os tratamentos verificou-se em função da diferença de peso do resíduo vitelino, que foi significativamente menor ($P<0,05$) nos pintos oriundos de incubação em estágio único.

A média de comprimento dos pintos incubados em máquinas de estágio único foi superior (P<0,05) ao dos pintos incubados em máquinas de estágio múltiplo.

TABELA 5 - Valores médios das variáveis referentes à qualidade de pintos oriundos de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

Variável	Máquina		P*	CV***
	EM	EU		
Peso do pinto ao nascimento (g)	47,06	46,79	0,070	5,46
Peso do pinto ao nascimento / Peso do ovo (%)	73,25	73,20	0,644	2,82
Peso do pinto na expedição (g)	46,01	45,69	<0,001	5,58
Peso do pinto na expedição / Peso do ovo (%)	71,61	71,40	<0,001	2,90
Perda de peso do pinto (g)	1,05	1,29	<0,001	66,05
Perda de peso do pinto (%)	2,23	2,80	<0,001	64,16
Peso do saco vitelino (g)	6,41	5,76	<0,001	23,24
Peso do saco vitelino / Peso do pinto na expedição (%)	13,88	12,49	<0,001	20,89
Peso do pinto sem o saco vitelino (g)	39,60	39,93	0,007	5,53
Peso do pinto sem o saco vitelino / Peso do ovo (%)	61,65	62,41	<0,001	3,79
Comprimento do pinto (cm)	16,89	16,96	0,049	3,12
Escore de qualidade	91,79	94,10	0,025**	-

* Valor de probabilidade referente ao teste F da análise de variância
** Valor de probabilidade referente ao teste de Friedman
***CV(%) = coeficiente de variação

Na Tabela 6 estão registrados os resultados da avaliação qualitativa dos pintos de um dia, divididos em categorias.

Quanto à qualidade dos neonatos, observou-se que os pintos incubados em máquinas de único apresentaram 94,10 pontos em média, o que foi significativamente superior (P<0,05) da média encontrada para os pintos incubados em máquinas de estágio múltiplo, 91,79 (Tabela 5). Além disso, a

análise estatística revelou que o sistema de estágio único apresentou maior percentual de pintos com escore acima de 96 pontos (Tabela 6).

TABELA 6 - Resultados em percentual da avaliação da qualidade dos neonatos separados por grupos originados de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

SCORE	Máquina		P*
	EM	EU	
< 70	3,64	2,71	0,418
71-75	3,15	2,23	0,381
76-80	5,96	2,55	0,004
81-85	4,97	4,46	0,788
86-90	18,54	13,06	0,012
91-95	26,16	26,91	0,796
96-100	37,58	48,09	<0,001

*Valores de probabilidade referentes ao teste Exato de Fisher (P<0,05)

A qualidade de pintos de um dia é tão importante na prática de um incubatório artificial quanto os índices de eclodibilidade. Segundo WOLANSKI et al. (2006) a avaliação da qualidade de pintos de corte pode ser determinada por diferentes métodos, incluindo o registro do peso, o comprimento do pinto e a análise visual.

O peso corporal dos pintos inclui não apenas sua massa corporal, mas também a quantidade de resíduo vitelino presente e do seu estado de hidratação. Sendo assim, para comparar o peso dos pintos é necessário não apenas analisar o peso corporal, mas também avaliar o peso do pinto sem o resíduo vitelino, que é o melhor indicador de desenvolvimento da ave (TONA et al., 2004).

No presente estudo, observou-se que para os pintos incubados em máquinas de estágio único o peso do saco vitelino foi menor e a média de peso sem o resíduo vitelino foi maior. Esses resultados nos permitem concluir que os pintos oriundos de incubação em máquinas de estágio único consumiram mais eficientemente os nutrientes presentes no vitelo e, por isso, apresentaram melhor desenvolvimento corporal.

A relação peso do pinto sem o saco da gema e peso do ovo também foi menor na máquina de estágio múltiplo. De acordo com MEIJERHOF (2010), o percentual relativo do peso do pinto e peso do ovo também revela o desenvolvimento do embrião e a síntese de massa corporal, ou seja, uma menor relação peso do pinto e peso do ovo indica que uma menor quantidade da gema foi usada durante a incubação resultando em pintos menos desenvolvidos.

A diferença observada para a perda de peso dos pintos entre o nascimento e a expedição refletiu na média de peso na expedição. Essa perda de peso pode ser atribuída à perda de água devido à permanência por um tempo prolongado dos pintos no nascedouro após a eclosão.

O comprimento do pinto também pode ser usado como ferramenta para determinar sua qualidade. WOLANSKI et al. (2006) afirmam que o comprimento é a melhor forma de determinar a qualidade de pintos de um dia, indicando maior ou menor desenvolvimento do embrião porque está relacionado positivamente à massa corporal livre da gema. Sendo assim, o maior comprimento do neonato indica que houve maior transformação do material nutritivo em massa corporal.

O comprimento dos pintos originados de incubação em máquinas de estágio único foi significativamente superior aos originados de máquinas de estágio múltiplo, confirmando novamente que o sistema de estágio único permite um melhor desenvolvimento embrionário originando pintos de um dia de melhor qualidade.

O sistema de avaliação visual da qualidade de pintos de um dia utilizado foi desenvolvido por TONA et al. (2003) e adaptado segundo os critérios considerados adequados para a realidade brasileira. Essa mensuração consiste em classificar os pintos em grupos de escores baseados em diversos parâmetros qualitativos como a aparência, atividade, qualidade do umbigo e qualidade das pernas. Observa-se a partir dos resultados deste experimento que a média de escore dos pintos que foram incubados em máquinas de estágio único foi superior, assim como a quantidade de pintos que apresentaram escore acima de 96. Pintos com escores de 96 a 100 são considerados de ótima qualidade, não apresentando nenhuma qualidade física que comprometa o desenvolvimento pós-eclosão.

Sabe-se que as máquinas de estágio único possibilita um controle mais preciso dos fatores físicos envolvidos no processo de incubação, principalmente a temperatura, atendendo de forma mais precisa as necessidades fisiológicas do embrião e, portanto, proporcionando-o melhor aproveitamento dos nutrientes e maturação dos órgãos. Como observado, a incubação em máquinas de estágio único proporcionou significativa melhora da qualidade de pintos de um dia refletida tanto no peso do pinto livre da gema residual, no comprimento e também no escore de qualidade.

3.2 Segunda fase experimental

Na Tabela 7 estão registradas as médias de eclosão e eclosão em relação ao número de ovos férteis observadas em cada um dos experimentos executados. Observa-se que a eclosão na máquina de estágio único manteve-se alguns pontos percentuais acima da máquina de estágio múltiplo em quatro dos cinco experimentos realizados.

TABELA 7 - Percentual médio de eclosão em relação ao número total de ovos incubados e de eclosão em relação ao número de ovos férteis observados em cada teste

Variável	Teste	Máquina	
		EM	EU
Eclosão (%)	1	85,90	89,05
	2	91,84	91,42
	3	87,18	88,84
	4	83,56	84,52
	5	88,80	90,66
Eclosão/Férteis (%)	1	88,10	91,33
	2	93,79	93,37
	3	90,07	91,79
	4	88,60	89,61
	5	92,52	94,35

As médias de eclosão em relação ao número de ovos incubados, eclosão em relação ao número de ovos férteis e janela de nascimento das máquinas e das posições das bandejas dentro das máquinas encontram-se na Tabela 8. A eclosão em relação ao número de ovos incubados e também em relação ao número de ovos férteis foi significativamente superior (P<0,05) nas máquinas de estágio único. Não houve efeito da posição sobre a eclosão e eclosão sobre férteis. Também não houve interação entre máquina e posição para eclosão e eclosão sobre férteis.

TABELA 8 - Percentual de eclosão em relação ao número total de ovos incubados, percentual de eclosão em relação ao número de ovos férteis e janela de nascimento de ovos incubados em sistemas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) e situados nas posições superior (S), meio (M) e inferior (I)

Variável	Pos	Máquina		Média	P*	P**	P***	CV****
		EM	EU					
Eclosão (%)	S	87,90	88,98	88,66	0,003	0,943	0,334	4,41
	M	87,40	88,92	88,54				
	I	86,06	89,38	88,42				
	Média	87,15	89,06					
Eclosão/ Férteis (%)	S	91,07	92,09	91,78	0,004	0,953	0,332	4,46
	M	90,41	91,91	91,53				
	I	89,19	92,53	91,57				
	Média	90,25	92,12					
Janela (h)	S	22,25aA	21,42aA	21,67	<0,001	0,051	<0,001	21,33
	M	18,36bB	23,09aA	21,90				
	I	17,93bB	21,27aA	20,20				
	Média	19,28	22,15					

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste deTukey, com nível de significância de 5%
*Valores de probabilidade referentes ao teste F da análise de variância da Máquina
**Valores de probabilidade referentes ao teste F da análise de variância da Posição
***Valores de probabilidade referentes ao teste F da análise de variância da Interação
****CV(%) = coeficiente de variação

Os resultados de eclodibilidade foram expressivos, demonstrando consistentemente a melhora da eclosão em máquinas de estágio único. Esses resultados também foram observados por MAULDIN (2006) em estudo comparativo do rendimento da incubação em máquinas de estágio único e estágio múltiplo. A melhora da eclodibilidade obtida em estágio único pode ser justificada pelo potencial mais eficiente de controle de temperatura, umidade relativa e ventilação que a incubação em estágio único das máquinas modernas possuem. Além disso, como em máquinas de estágio único geralmente são incubados ovos de um mesmo lote, as diferenças de peso, qualidade de casca e sanidade dos ovos são minimizados, possibilitando o ajuste dos fatores físicos requeridos pelo embrião e garantindo, com maior precisão, a manutenção da sua homeostase e, consequentemente, melhor desenvolvimento e qualidade.

Com relação à janela de nascimentos observa-se que a janela nas máquinas de estágio único foi significativamente maior ($P<0,05$) do que nas máquinas de estágio múltiplo. Não houve efeito da posição da bandeja sobre a janela de nascimento.

Analisando a posição das bandejas dentro da máquina de estágio múltiplo observa-se que houve uma maior janela nas bandejas situadas na posição superior no interior da máquina EM. Na máquina de estágio único não houve diferença entre as posições das bandejas. Considerando as posições analisadas, houve diferença ($P<0,05$) entre as máquinas nas posições inferior e no meio, sendo que a janela de nascimentos também foi superior no estágio único.

Nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 estão registradas a distribuição de nascimentos não acumulada dos pintos eclodidos em cada um dos experimentos isolados.

Nas Figuras 6 e 7 estão representadas a distribuição de nascimentos acumulada e não acumulada dos pintos eclodidos dos cinco experimentos em conjunto.

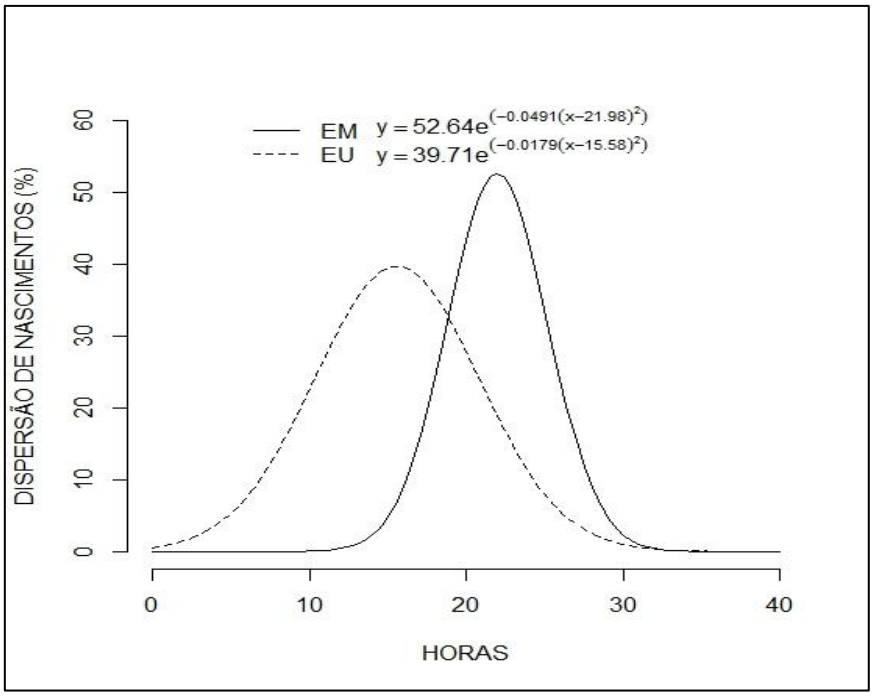

FIGURA 1 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 1 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

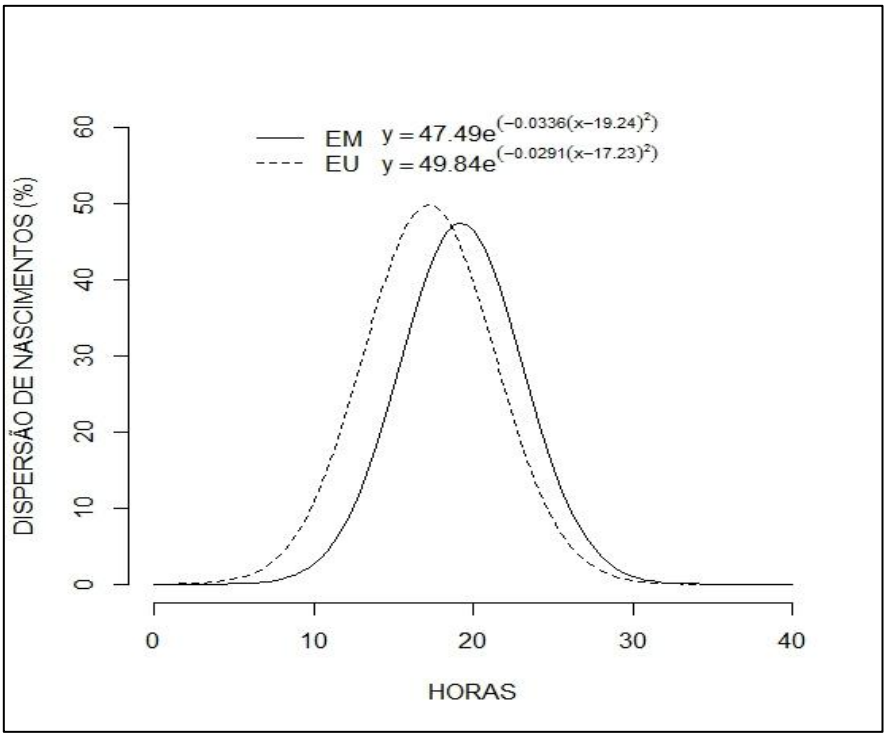

FIGURA 2 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 2 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

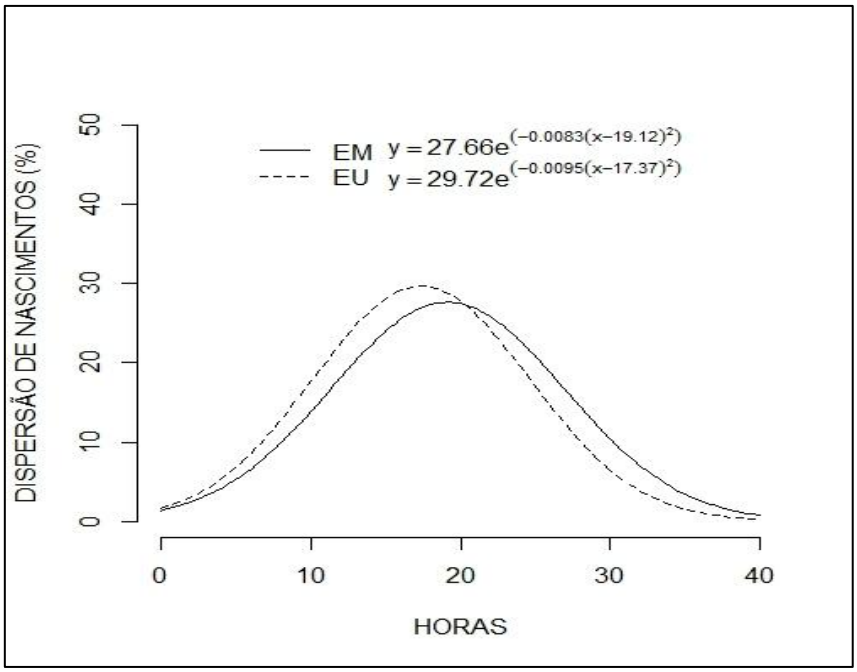

FIGURA 3 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 3 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

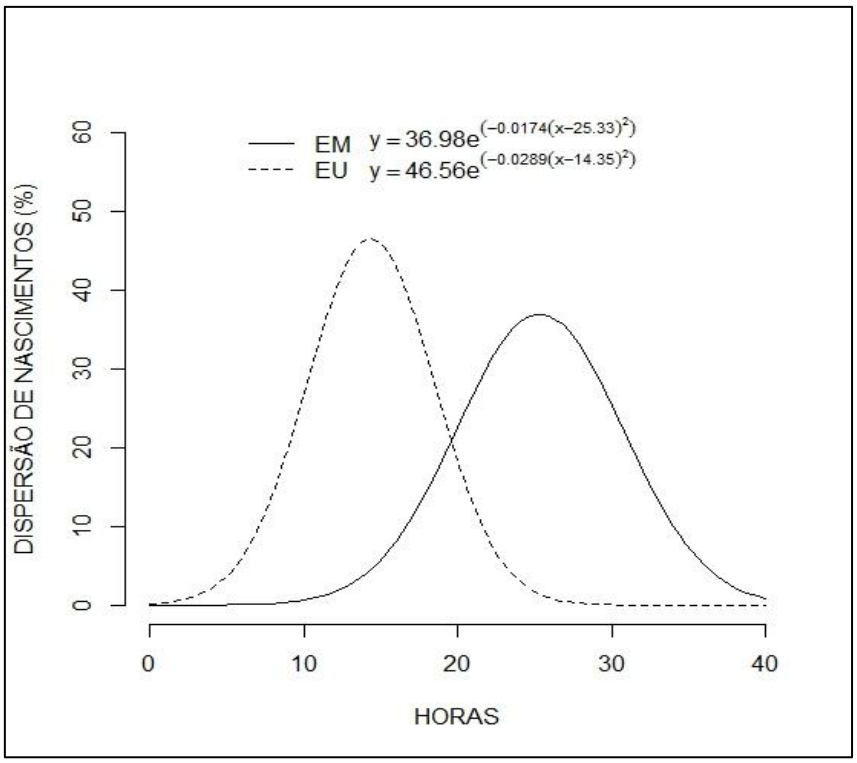

FIGURA 4 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 4 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

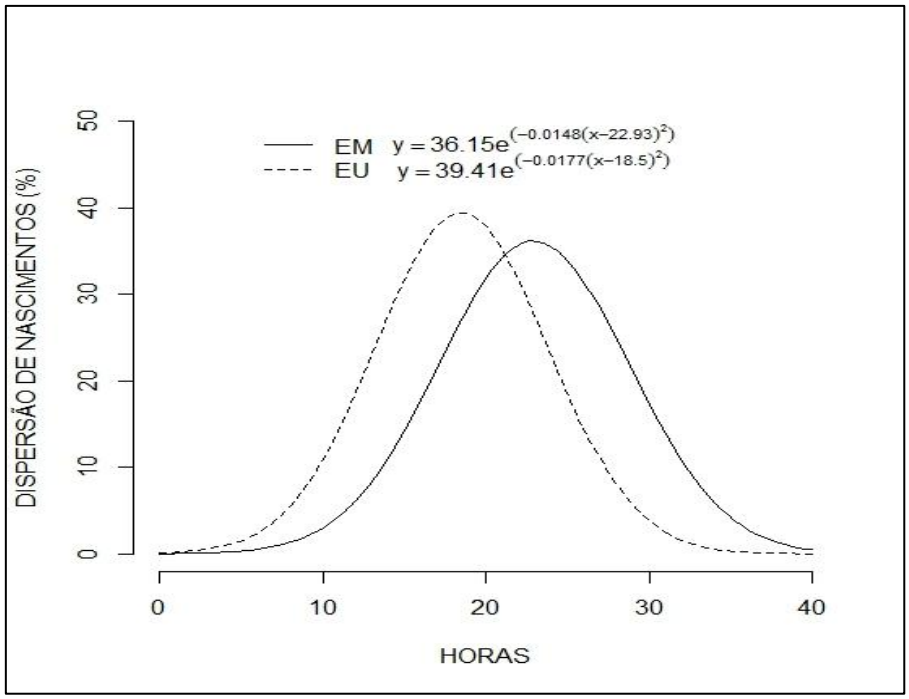

FIGURA 5 - Dispersão de nascimentos não acumulada do experimento 5 de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

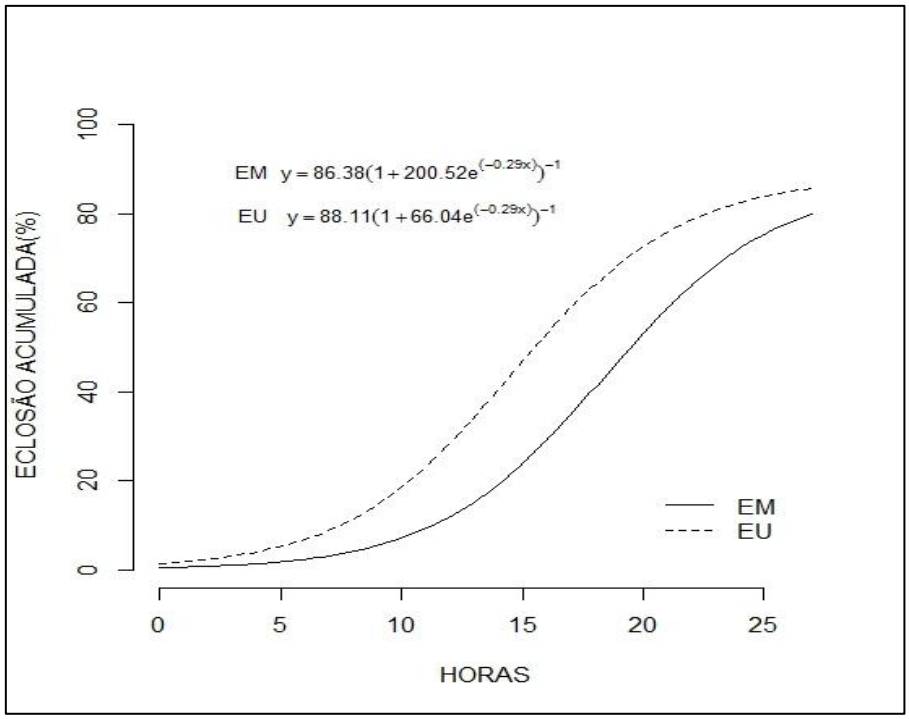

FIGURA 6 - Dispersão de nascimentos acumulada de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) dos 5 experimentos

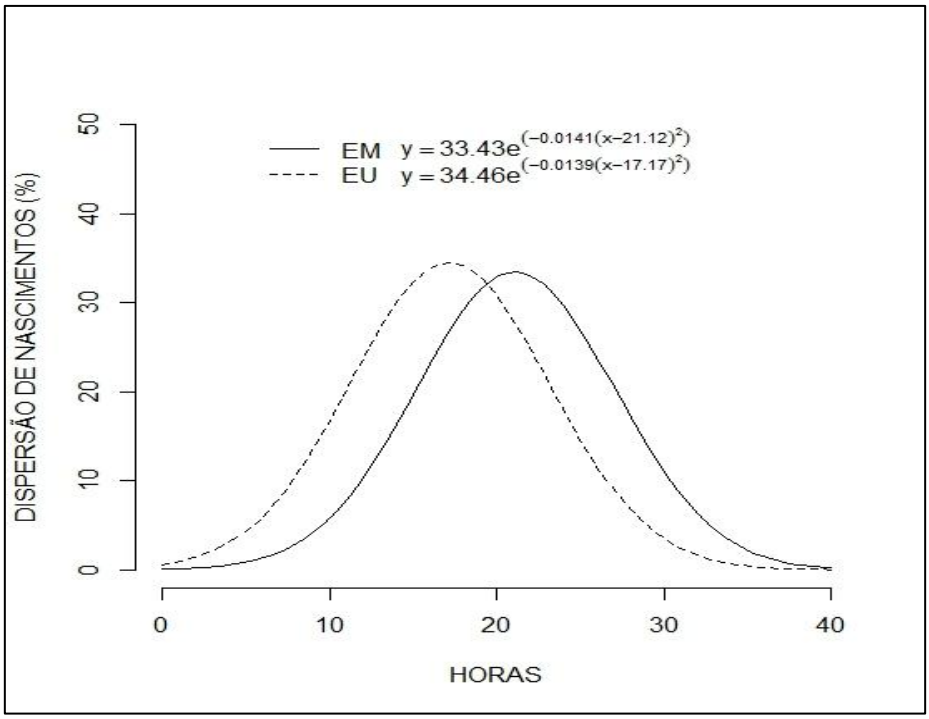

FIGURA 7 - Dispersão de nascimentos não acumulada de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) dos cinco experimentos

Analisando os experimentos em conjunto (Figuras 6 e 7) observa-se que as eclosões na máquina de estágio único foram mais precoces. Com base no modelo estatístico estabelecido para a elaboração das curvas de dispersão, na hora 15, que corresponde a 485 horas de incubação, 46,62% das eclosões já havia ocorrido na máquina de estágio único, enquanto que na máquina de estágio múltiplo foi constatada apenas 23,71% das eclosões (Figura 6).

Da mesma forma, na Figura 7, observa-se que o pico de eclosão (33,43% de eclosão) foi atingido na máquina de estágio único na hora 17 (487 horas de incubação), enquanto que na máquina de estágio múltiplo o pico de eclosão (34,46%) ocorreu na hora 21 (491 horas de incubação), ilustrando mais uma vez o adiantamento dos nascimentos.

A precocidade nos nascimentos em máquinas EU também pode ser observada analisando cada experimento isolado. Em todos os ensaios (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5) as eclosões iniciaram mais cedo do que nas máquinas de estágio múltiplo.

Os nascimentos mais atrasados na máquina de estágio múltiplo pode ser justificado pelas afirmativas de CALIL (2009) e OVIEDO-RONDÓN et al. (2009), que citam que no sistema em estágio múltiplo as trocas de calor entre os embriões mais velhos e mais novos não ocorre de forma eficiente, mantendo-se os embriões jovens mais frios do que os valores aceitos pela comunidade científica, gerando como consequência um atraso no desenvolvimento.

O controle da janela de nascimento é um importante indicador da uniformidade dos pintos e também do desempenho zootécnico que as aves apresentarão no campo. DECUYPERE & BRUGGEMAN (2007) definem janela de nascimento como o intervalo de tempo entre os primeiros e os últimos nascidos em um nascedouro.

A maioria dos incubatórios comerciais utilizam períodos de incubação em torno de 504 horas, tempo considerado suficiente para maximizar a eclosão. Entretanto, é comum a eclosão de pintos em quantidade significativa em períodos menores que 504 h, o que faz com que permaneçam muitas horas nos nascedouros até serem retirados. Segundo CALIL (2010) janelas de nascimentos amplas causam desidratação, má formação do sistema termorregulatório devido a estresse calórico nos nascedouros e imaturidade do sistema gastrointestinal em decorrência do atraso no fornecimento de alimento e água, gerando pintos de má qualidade com consequente piora no desenvolvimento a campo.

GUSTIN (2003) afirma que aves que permanecem por um tempo superior a 12 horas dentro do nascedouro, após a eclosão, estão sujeitas a processos estressores, devido a maior produção de calor corporal condicionada pela temperatura elevada do nascedouro, respondendo com maior produção do hormônio corticosterona. A elevação das taxas do hormônio ACTH promove redução do peso da bursa e baço dos pintos e também diminuição das proteínas sanguíneas. Esses fatores reduzem a imunidade das aves e, consequentemente, prejudicam o desenvolvimento.

No presente estudo a janela de nascimento foi considerada boa em ambas as máquinas com médias abaixo de 24 horas. Apesar do intervalo de nascimento ter sido significativamente superior na máquina de estágio único, a diferença em horas foi relativamente pequena e não resultaram em piora da qualidade dos pintos, que pode ser confirmado pela avaliação da qualidade dos

neonatos com maior peso sem o resíduo vitelino, maior comprimento e melhor escore de qualidade (Tabela 5).

A retirada dos pintos eclodidos de ambas as máquinas avaliadas (EM e EU) ocorreu no mesmo horário em todos os experimentos, uma vez que se tornava inviável a retirada em momentos distintos por dificuldade em alocação da mão de obra do incubatório. Tendo em vista que houve adiantamento dos nascimentos na máquina de estágio único, seria necessário realizar a retirada dos pintos eclodidos mais cedo e não na mesma hora da máquina de estágio múltiplo. Apesar de dificultar a rotina de trabalho no incubatório, presume-se que a retirada em momentos distintos possibilitaria a obtenção de resultados ainda mais satisfatórios, principalmente com relação à qualidade dos neonatos.

MEIJERHOF (2003) identifica o fluxo de ar no interior das incubadoras como fator que pode influenciar na distribuição de nascimentos ou no tempo total de eclosão dos ovos. Segundo o autor, as incubadoras devem apresentar uma circulação de ar eficiente no interior da máquina para aquecer de forma uniforme todos os ovos no período inicial de desenvolvimento embrionário e retirar o excesso de calor produzido pelos embriões a partir do 10° dia de incubação. Sendo assim, a diferença observada na janela de nascimento entre as posições das bandejas nas máquinas de estágio múltiplo revela uma pior distribuição de calor no interior da máquina de incubação. Esse fato é agravado ainda mais devido ao tamanho da máquina, que possui capacidade para 124.416 ovos, enquanto a máquina de estágio único a capacidade é para 61.920 ovos.

Na Tabela 9 encontram-se os resultados de embriodiagnóstico dos ovos das bandejas.

Na avaliação do embriodiagnóstico houve diferença estatística ($P<0,05$) entre os tratamentos para as seguintes categorias: mortalidade III, mortalidade IV, bicado morto, bicado vivo e ovos trincados, sendo que em todas essas categorias observa-se maior percentual de ocorrência nas máquinas de estágio múltiplo.

Os percentuais de infertilidade encontrados no embriodiagnóstico foram semelhantes ao observado no teste de fertilidade com os ovos frescos (2,55% de infertilidade). Esse resultado indica que não houve confusão na classificação dos ovos inférteis com os ovos em que ocorreu mortalidade na fase inicial no momento da realização do embriodiagnóstico.

TABELA 9 - Resultados do embriodiagnóstico de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU)

Variável	Máquina		P*	Odds ratio	IC**	
	EM	EU				
Inférteis	2,63	2,75	0,659	1,043	0,878	1,245
ME I	3,57	3,63	0,878	1,015	0,874	1,183
ME II	0,62	0,64	0,928	1,025	0,723	1,479
ME III	1,59	1,11	0,004	1,435	1,121	1,831
ME IV	1,82	1,02	<0,001	1,808	1,420	2,296
Bicado Morto	0,36	0,20	0,030	1,803	1,027	3,128
Bicado Vivo	0,67	0,38	0,004	1,768	1,179	2,634
Anomalias	0,07	0,07	1	1,080	0,294	3,374
Trincado	0,88	0,38	<0,001	2,350	1,621	3,406
Contaminações	0,25	0,16	0,189	1,497	0,765	2,851

*Valores de probabilidade referentes ao teste Exato de Fisher (P<0,05)
**IC=Intervalo de confiança (0,95)

Analisando os resultados de odds ratio pode-se observar que houve 1,435 vezes mais chances de ocorrer mortalidade III, 1,420 vezes mais chances de ocorrer mortalidade IV, 1,027 vezes mais chances de ocorrer bicados mortos, 1,179 vezes mais chances de ocorrer bicados vivos e 2,350 vezes mais chances de ocorrer ovos trincados nas máquinas de estágio múltiplo do que na máquina de estágio único.

De acordo com GONZALES (2005) as principais causas que levam a incidência de mortalidade no período final de incubação são temperaturas elevadas de incubação, ventilação inadequada e mau posicionamento dos ovos.

O maior percentual de mortalidade nas máquinas de estágio múltiplo pode ser explicada segundo as afirmativas de OVIEDO-RONDÓN et al. (2009) que citam que a maioria das máquinas de incubação em estágio múltiplo não possuem capacidade suficiente para dissipar o calor produzido pelos embriões na fase final de desenvolvimento, fazendo com que a temperatura embrionária permaneça acima do ótimo fisiológico. Sendo assim, o estresse causado por

temperaturas relativamente elevadas no final do período de incubação resultou em maior mortalidade na fase final.

Os resultados obtidos de mortalidade embrionária na fase inicial encontram-se acima dos padrões estabelecidos pela empresa. É possível que esse aumento da mortalidade tenha ocorrido devido a falhas na granja de matrizes, como por exemplo, ao tempo em que os ovos permaneceram armazenados na granja. Como os ovos incubados no incubatório São Salvador Alimentos S/A são oriundos de diferentes fornecedores, torna-se difícil controlar a qualidade desses ovos, resultando em queda do rendimento do incubatório devido à mortalidade.

A maior ocorrência de ovos trincados na máquina de estágio múltiplo pode ser justificada pela maior manipulação que ocorre das bandejas no momento em que estas são colocadas dentro da máquina de incubação, sendo necessária a transferência manual das bandejas individualmente para o interior da máquina.

A maior incidência de bicados vivos e mortos na máquina de estágio múltiplo pode ser justificada pelo atraso que ocorreu nos nascimentos, sendo que no momento da retirada dos carros nascedouro (504 horas de incubação) ainda havia a possibilidade de maiores eclosões.

4 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados neste estudo permitem concluir que a incubação de ovos férteis de matrizes pesadas da linhagem Cobb 500® em máquinas de estágio único possibilita a obtenção de melhor produtividade do incubatório em relação as máquinas em estágio múltiplo, como consequência da maior eclodibilidade e melhor qualidade dos neonatos obtidos.

REFERÊNCIAS

1. BOERJAN, M. Perfil ideal de perda de peso durante a incubação. **Revista Avisite [online]**, 2011. Disponível em: www.avisite.com.br. Acesso em: 02 out. 2012.

2. CALIL, T.A.C. Incubação estágio único e estágio múltiplo. In: Simpósio Goiano de Avicultura, 9, 2009, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2009.

3. CALIL, T.A.C. O controle da janela de nascimento. **Revista Avisite [online]**, 2010. Disponível em: www.avisite.com.br. Acesso em: 10 dez. 2012.

4.DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. The endocrine interface of environnmental and egg factors affecting chick quality. **Poultry Science,** v.86, p.1037-1042, 2007.

5. DEEMING, D.C. Is control of single stage incubation using metabolic parameters appropriate? In: 12th European Poultry Conference. Verona, 2006. **Anais eletrônicos...** [online]. Disponível em: http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSAVerona/10298.pdf. Acesso em: 12 nov. 2012.

6. FRANCISCO, N.S.; GARCIA, R.G.; SUNADA, N.S.; OLIVEIRA, A.B.M.O.; PILECCO, M.; BELLONI, M. Fatores que interferem na incubação de ovos de frangos de corte. In: VI SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP, 2010. Dracena, **Anais...** 2010.

7. GONZALES, E. Análise de problemas de eclodibilidade e fertilidade de plantéis avícolas por métodos de embriodiagnóstico. In: X Congresso Nacional de Zootecnia – Zootec. **Anais eletrônicos...** [online]. Campo Grande, 2005. Disponível em: http://www.abz.org.br/files.php?file=documentos/Elisabeth910013612. Acesso em: 02 out. 2012.

8. GONZALES, E. Estágio múltiplo vs único de incubação artificial de ovos. **Revista Avicultura Industrial.** Agosto, 2009. Disponível em: http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/incubacao/20090831081247_Y_742. Acesso em: 20 ago. 2012.

9. GUSTIN, P.C. Manejo do pinto no incubatório, expedição, transporte e alojamento na granja. In: MACARI, M; GONZALES, E. **Manejo da incubação**. Campinas: FACTA, 2003. p. 200-266.

10. MAULDIN, M.J. Hatchery breeder tip… Results from a study of single stage vs multistage incubation in a Georgia Hatchery. **College of Agriculture and Environmental Sciences.** Georgia, 2006.

11. MEIJERHOF, R. Temperatura do embrião: uma nova ferramenta. **Ave World**, n.2, 2003.

12. MEIJERHOF, R. Inovações no processo de incubação: nutrição in ovo e pós nascimento. **Incubation News**. n.15, 2010.

13. OVIEDO-RONDÓN, E.O.; WINELAND, M.J.; SMALL, J.; CUTCHIN, H.; MCELROY, A.; BARRI, A.; MARTIN, S. Effect of Incubation Temperatures and Chick Transportation Conditions on Bone Development and Leg Health. **Journal Applied of Poultry Reserch.** V.18, p.671–678, 2009.

14. R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010). **R: A language and environment for statistical computing.** [online], R Foundation for Statistical Computing, 2010. Disponívem em: http://www.R-project.org. Acesso em: 15 mar. 2011. Adobe PDF files.

15. ROSA, P.S.; AVILA, V.S. Variáveis relacionadas ao rendimento da incubação de ovos em matrizes de frangos de corte. **Comunicado Técnico**. Embrapa Suínos e Aves, p.1-3, 2000.

16. ROSA, P.S.; GUIDONI, A.L.; LIMA, I.L.; BERSCH, F.X.R. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso sobre os resultados de incubação, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1011-1016, 2002.

17. TONA, K.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, B.; BRUGGEMAN, V.; MORAES, V.M.B.; BUYSE, J.; ONAGBESAN, O.; DECUYPERE, E. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. **Poultry Science**, v.82, n.2, p.736-741, 2003.

18. TONA, K.; ONAGBESAN, O.; JEGO, Y.; KAMERS, B.; DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. Comparison of embryo physiological parameters during incubation, chick quality, and growth performance of three lines of broiler breeders differing in genetic composition and growth rate. **Poultry Science**, v.83, p.507-513, 2004

19. TULLETT, S.G.; BURTON, F.G. Factors affecting the weight and water status of the chick at hatch. **British Poultry Science**, v.23, p.361-369, 1982.

20. VAN DER SLUIS, W. From multi-to advanced single-. **World Poultry**. V.20, n.3, p.18-19, 2004.

21. WINELAND, M.J.; OVIEDO-RONDÓN, E.O. Single stage incubation systems versus multi stage incubation systems. In: **9no SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN AVICOLA DE AMEVEA, Argentina [online], 2010.** Disponível em: http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/management/forums/single-stage-incubation-systems-t4787/124-p0.htm. Acesso em 20 jul. 2012.

22. WOLANSKI, N.J.; RENEMA, R.A.; ROBINSON, F.E.; CARNEY, V.L.; FANCHER, B.I. Relationship between chick conformation and quality measures with early growth traits in males of eight selected pure or commercial broiler breeder strains. **Poultry Science**, v.85, p.1490–1497, 2006.

CAPÍTULO 3 – DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE ORIUNDOS DE OVOS EMBRIONADOS INCUBADOS EM MÁQUINAS DE ESTÁGIO ÚNICO E MÚLTIPLO

RESUMO

Objetivou-se comparar o desempenho zootécnico de frangos de corte machos e fêmeas oriundos de ovos incubados em máquinas de incubação de estágio múltiplo e estágio único. Foram alojados 600 pintos de corte, sendo 300 machos e 300 fêmeas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (pintos oriundos de dois estágios de incubação e dois sexos), com seis repetições. Cada unidade experimental foi composta por 25 aves. O desempenho foi avaliado até 35 dias de idade, sendo mensurados o peso médio, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade, viabilidade criatória e fator de produção. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por teste de Tukey (P<0,05). Não houve efeito da máquina sobre nenhuma das características de desempenho analisadas. Com relação ao sexo, observou-se melhor desempenho para os machos se comparados com as fêmeas. Houve interação entre sexo e máquina somente para a variável peso médio inicial, sendo que machos oriundos de ovos incubados em máquinas de estágio único apresentaram maior peso do que os pintos machos oriundos de ovos incubados em máquinas de estágio múltiplo. Para as fêmeas os resultados foram semelhantes e não diferiram estatisticamente. Os resultados obtidos sugerem a não influencia do tipo de sistema de incubação sobre os parâmetros zootécnicos dos frangos de corte criados até 35 dias de idade.

Palavras chave: aves, incubação, incubadora, sexo

CHAPTER 3 – GROWTH PERFORMANCE OF MALE AND FEMALE BROILERS HATCHING FROM EGGS INCUBATED IN SINGLE AND MULTIPLE STAGE MACHINES

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the productive performance of male and female broiler from eggs incubated in multiple stage and single stage hatching machines. A total of 600 broiler chicks, 300 males and 300 females were housed in a completely randomized design in a 2x2 factorial arrangement (chicks from two stages of incubation and both sexes), with six replicates. Each experimental unit consisted of 25 birds. The performance was evaluated up to 35 days of age, and the average weight, weight gain, feed intake, feed conversion, mortality, viability and production factor were measured. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test ($P < 0.05$). There was no effect of the machine on any of the performance characteristics analyzed. With regard to sex, we observed better performance for males compared to females. There was an interaction between sex and machine only for the variable initial weight, and males from eggs incubated in single stage machines showed greater weight than male chicks from eggs incubated in multiple stage machines. For females, the results were similar and not statistically different. Obtained results suggest no effect of the type of incubation system on the zootechnical parameters of broilers reared until 35 days of age.

Keywords: birds, hatcher, hatching, sex

1 INTRODUÇÃO

Os diversos setores da cadeia produtiva avícola, como granjas matrizeiras, incubatórios, granjas de criação e abatedouros influenciam diretamente na obtenção de índices zootécnicos e econômicos satisfatórios na avicultura de corte.

O incubatório tem a grande responsabilidade de produzir pintos de qualidade, tendo em vista que a maximização dos índices de desempenho produtivo a campo está relacionada à qualidade do pinto (DECUYPERE et al., 2001).

A qualidade de pintos de um dia pode ser determinada pelo peso ao primeiro dia, pela uniformidade dos pintos, além de boa hidratação, cicatrização do umbigo, ausência de defeitos físicos e de contaminações bacterianas e fúngicas (OKADA, 1994).

De acordo com CUNHA et al. (2003) o peso inicial dos pintos relaciona-se ao desempenho das aves no final do período de criação. Os autores observaram que pintos com menor peso inicial ganharam menos peso e consumiram menos ração do que pintos mais pesados. Da mesma forma, PEDROSO et al. (2005) também constataram que pintos com maior peso corpóreo na eclosão, provenientes de matrizes da mesma idade, resultaram em aves mais pesadas.

Diversos estudos têm demonstrado que as condições de incubação influenciam a eclodibilidade, a qualidade do pinto ao nascer e consequentemente o desempenho zootécnico (LOURENS et al., 2007; TZSCHENTKE & HALLE, 2009). A temperatura de incubação é considerada o fator mais relevante capaz de influenciar o rendimento do processo de incubação e também o desempenho a campo (DECUYPERE & MICHELS, 1992).

As linhagens modernas de frangos de corte selecionadas para crescimento rápido produzem grande quantidade de calor metabólico durante o período de incubação. Sendo assim, as condições físicas no interior das máquinas de incubação devem ser minuciosamente ajustadas para evitar que haja aumento da temperatura do embrião (MEIJERHOF, 2009).

Segundo OVIEDO-RONDÓN et al. (2009) atualmente a maioria das máquinas de incubação em estágio múltiplo não fornece temperatura ideal no início do desenvolvimento embrionário e não possuem capacidade suficiente para dissipar o calor produzido pelos embriões na fase final de desenvolvimento.

DEEMING (2002) constatou que pintos de corte que eclodem de ovos que sofrem com estresse térmico durante a incubação podem ter diferentes taxas de crescimento e conversão alimentar se comparadas com pintos oriundos de ovos incubados sob condições ideais.

NICHOLSON (2002) afirmou que pintos que passam por condições de temperaturas elevadas durante o período de incubação são mais susceptíveis a problemas imunossupressores e doenças entéricas afetando o desempenho zootécnico no final do período de crescimento.

LEKSRISOMPONG et al. (2007) observaram que temperaturas elevadas no final do período de incubação influenciam no desenvolvimento do coração, moela, proventrículo e intestino. Esse mau desenvolvimento de órgãos pode ser associado à má desempenho a campo, uma vez que as aves não conseguem aproveitar integralmente os alimentos consumidos e consequentemente apresentam menor ganho peso e pior conversão alimentar.

A utilização do sistema de estágio único de incubação vem se tornando crescente na indústria avícola (HULET, 2007). BENNETT (2010) afirma que o sistema de estágio único possui maior controle e flexibilidade em comparação com o sistema de estágio múltiplo o que possibilita a obtenção de melhores taxas de eclosão e qualidade do pinto.

As máquinas de estágio único incubam ovos com embriões na mesma fase de desenvolvimento e que, portanto, necessitam de uma mesma quantidade de temperatura, umidade e ventilação. Dessa forma, é possível realizar melhores ajustes no decorrer do processo de incubação (DEEMING, 2006).

Diante do exposto objetivou-se com o presente estudo comparar o desempenho zootécnico de frangos de corte machos e fêmeas oriundos de ovos incubados em sistemas de incubação de estágio múltiplo e estágio único.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, instalações e manejo experimental

O experimento foi conduzido no aviário experimental do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, altitude de 710 m, latitude S 16° 35’ 33” e longitude O 49/ 16’ 51”, em Goiânia-GO durante o mês de setembro de 2011.

Foram selecionados 600 pintos de corte, metade machos e metade fêmeas, sendo 300 originados de ovos incubados em máquinas de estágio único e 300 em máquinas de estágio múltiplo provenientes do quinto ensaio experimental de incubação descrito no Capítulo 2.

Os pintos de um dia foram alojados em galpão experimental constituído de piso de alvenaria com 17,00 x 8,00 m de dimensões internas, cumeeira com orientação norte-sul, pé direito de 2,32 m, coberto com telhas francesas, muretas de concreto com 0,46m nas laterais e tela de arame até o teto do telhado atingindo 1,70 m de altura. Foram utilizados 24 boxes com as seguintes dimensões: 2,00 x 1,00 m cada box, nos quais, foram alojadas 25 aves para atingir uma densidade de 12,5 aves/m^2 .

A preparação do galpão para recepção do lote seguiu as normas usuais de limpeza e desinfecção das instalações (telhas, telas, cortinas, piso, área externa, equipamentos), preconizando-se dez dias para limpeza, desinfecção com pulverização de desinfetante a base de amônia quaternária e glutaraldeído e sete dias para vazio sanitário.

Os boxes foram equipados com bebedouros pendulares e comedouros tubulares infantis até o sétimo dia de idade e do sétimo até o 35° dias de idade com comedouro adulto. Durante o período de criação, todas as aves receberam ração e água *ad libitum.*

A ração destinada aos animais foi fornecida pela empresa responsável pela doação dos pintos (São Salvador Alimentos S/A). A ração foi fornecida na forma farelada foi formulada de acordo com a matriz da composição de alimentos da empresa para atender os níveis nutricionais propostos para cada fase de criação de frangos corte.

As aves foram vacinadas contra Doença de Gumboro, via água de bebida, no 21° dia, conforme os desafios da região. A iluminação artificial do ambiente foi feita com lâmpadas incandescentes de 40 W espalhadas na cumeeira do galpão.

O manejo durante o período experimental de 35 dias incluiu a limpeza diária dos bebedouros, abastecimento dos comedouros e verificação da temperatura e umidade interna do galpão e manejo das cortinas.

O aquecimento do aviário foi por meio de uma central de gás P-90 distribuído em seis campânulas dispostas equidistantes, sendo a temperatura, também, controlada e monitorada. O galpão possuía forração interna no teto e proteção na parte externa por uma cortina com sistema de catracas para sua movimentação. Associado ao manejo de aquecimento e iluminação, o manejo das cortinas auxiliou na manutenção da temperatura interna do galpão adequada às aves. O sistema de ventilação negativa e nebulização foram monitorados por um sistema de painel de controle, pelo os quais, todos os registros de temperatura e umidade foram armazenados para análise da condição ambiente e conforto das aves em qualquer período do dia.

As médias das temperaturas mínima e máxima verificada no interior do galpão durante o ensaio experimental estão registradas na Tabela 1.

TABELA 1 – Média da temperatura no interior do galpão registrada durante o ensaio experimental

Semanas	Temperatura (°C)	
	Mínima	Máxima
1	27	33
2	24	31
3	23	30
4	22	29
5	21	28

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (pintos oriundos de dois estágios de incubação e dois sexos), com seis repetições. Cada unidade experimental foi composta por 25 aves totalizando 600 aves.

2.3 Variáveis analisadas e análise estatística

Durante a condução do experimento o lote foi acompanhado para o controle do consumo de ração e mortalidade. No momento do alojamento, 7, 14, 21, 28 e 35 dias, as aves foram pesadas para posterior cálculo dos índices que indicam o desempenho zootécnico das aves:

- Peso médio: peso total das aves da parcela dividido pelo número de aves;
- Ganho de peso: diferença entre os pesos médios das aves obtidos pelas pesagens em cada idade;
- Consumo de ração: diferença entre a quantidade de ração oferecida no início e as sobras ao final de cada fase e considerando o número de aves mortas no intervalo como critério para correção dos valores de consumo;
- Conversão alimentar: relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, corrigida pelo peso total das aves mortas;
- Mortalidade: diferença entre o total de aves alojadas e a quantidade de aves mortas ou retiradas;
- Viabilidade: subtração de 100 do percentual do valor da mortalidade encontrado;
- Fator de produção: cálculo realizado ao término do experimento, de acordo com a seguinte fórmula:

$$IEP = \frac{\text{(Ganho de peso diário (g) x Viabilidade (\%))}}{\text{(Conversão alimentar x 10)}}$$

As variáveis de desempenho zootécnico foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas por teste de Tukey, considerando 5% de

probabilidade. Estas análises foram realizadas com auxílio do software R (R Development Core Team, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho zootécnico e mortalidade referentes aos períodos de 1 a 7, 1 a 14, 1 a 21, 1 a 28 e 1 a 35 dias de idade encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 respectivamente.

Comparando as médias dos resultados encontrados em máquinas de estágio único e estágio múltiplo não houve diferença (P>0,05) entre os tratamentos para nenhuma das características de desempenho analisadas (PMF, GP, CR, CA e MORT) em nenhum dos períodos avaliados.

No momento do alojamento (Tabela 2), o peso médio dos pintos machos foi de 42,52 g, mais pesado (P<0,05) do que as fêmeas, que apresentaram peso médio de 41,71g. Comparando pintos machos oriundos de ovos incubados nos dois sistemas de incubação analisados, observa-se que o peso dos pintos que foram incubados em máquinas de estágio único (43,09 g) foi significativamente superior ao dos pintos incubados em estágio múltiplo (41,96 g). O peso das fêmeas incubadas nos dois tipos de máquinas foram semelhantes e não diferiu estatisticamente.

No final do 7° dia de criação (Tabela 2) o peso médio dos pintos e ganho de peso foram superiores (P<0,05) para os pintos machos comparados com as fêmeas. Não houve interação entre sexo e tipo de máquina durante esse período.

Apesar de ser considerado não significativo pelo critério adotado neste experimento (P=0,05), observa-se que houve maior consumo de ração para as aves originadas de incubação em máquinas de estágio único ao nível de 10% de significância. Entretanto, a conversão alimentar não foi estatisticamente diferente, mesmo a 10% de probabilidade, o que significa dizer que a eficiência de converter consumo de ração em peso corporal foi similar entre os frangos originados de incubação em estágio único e múltiplo.

TABELA 2 – Médias das variáveis de peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a sete dias de idade

Variável	Sexo	Máq.		Média	P*	P**	P***	CV[1]
		EM	EU					
PMI (g)	M	41,96aB	43,09aA	42,52	0,001	0,151	0,001	1,23
	F	41,95aA	41,46bA	41,71				
	Média	41,96	42,27					
PMF (g)	M	183,93	187,36	185,65	0,038	0,516	0,592	3,81
	F	179,17	179,50	179,33				
	Média	181,55	183,43					
GP (g)	M	141,97	144,27	143,12	0,055	0,569	0,787	4,71
	F	137,21	138,04	137,63				
	Média	139,59	141,16					
CR (g)	M	193,87	214,96	204,42	0,549	0,093	0,447	9,83
	F	205,37	213,57	209,47				
	Média	199,62	214,26					
CA (g/g)	M	1,376	1,491	1,433	0,139	0,158	0,584	9,45
	F	1,495	1,547	1,521				
	Média	1,435	1,519					
MORT (%)[2]	M	1,33	0,00	0,67	0,329	0,329	0,329	12,12
	F	0,00	0,00	0,00				
	Média	0,67	0,00					

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
*P = nível de significância pela Análise de variância referente ao sexo
**P= nível de significância pela Análise de variância referente à máquina
***P= nível de significância pela Análise de variância referente à interação
[1]CV = coeficiente de variação
[2]O percentual de mortalidade foi transformado em ASEN(RAIZ((%MORT/100)+0.05)) antes da ANOVA

Aos 14 (Tabela 3) e 21 (Tabela 4) dias de idade observou-se diferença estatística para as variáveis peso médio final, ganho de peso e conversão alimentar em relação ao sexo, sendo que machos apresentaram maior peso final e ganho de peso e menor conversão alimentar em relação às fêmeas. Também não houve interação entre sexo e tipo de máquina durante esse período.

TABELAS 3 – Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 14 dias de idade

Variável	Sexo	Máquina		Média	P*	P**	P***	CV[1]
		EM	EU					
PMF (g)	M	511,81	514,74	513,28	<0,001	0,897	0,823	4,09
	F	466,20	465,42	465,81				
	Média	489,01	490,08					
GP (g)	M	469,85	471,65	470,75	<0,001	0,927	0,899	4,44
	F	424,25	423,96	424,10				
	Média	447,05	447,81					
CR (g)	M	637,52	666,80	652,16	0,808	0,698	0,244	6,93
	F	655,03	640,22	647,63				
	Média	646,28	653,51					
CA (g/g)	M	1,365	1,416	1,390	0,007	0,857	0,386	7,87
	F	1,548	1,515	1,531				
	Média	1,456	1,465					
MORT (%)[2]	M	1,33	0,67	1,00	0,423	1,000	0,423	14,48
	F	0,00	0,67	0,33				
	Média	0,67	0,67					

*P = nível de significância pela Análise de variância referente ao sexo
**P= nível de significância pela Análise de variância referente à máquina
***P= nível de significância pela Análise de variância referente à interação
[1]CV = coeficiente de variação
[2]O percentual de mortalidade foi transformado em ASEN(RAIZ((%MORT/100)+0.05)) antes da ANOVA

TABELAS 4 – Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 21 dias de idade

Variável	Sexo	Máquina		Média	P*	P**	P***	CV[1]
		EM	EU					
PMF (g)	M	841,15	857,37	849,26	<0,001	0,284	0,749	3,39
	F	791,60	800,44	796,02				
	Média	816,37	828,90					
GP (g)	M	799,19	814,29	806,74	<0,001	0,293	0,801	3,55
	F	749,65	758,98	754,31				
	Média	744,41	786,63					
CR (g)	M	1220,48	1250,35	1235,42	0,179	0,626	0,284	3,75
	F	1215,03	1203,68	1209,36				
	Média	1217,75	1227,01					
CA (g/g)	M	1,536	1,546	1,541	0,030	0,715	0,491	4,39
	F	1,622	1,592	1,607				
	Média	1,579	1,569					
MORT (%)[2]	M	2,67	2,06	2,36	0,077	0,683	0,312	15,34
	F	0,00	1,33	0,67				
	Média	1,33	1,70					

*P = nível de significância pela Análise de variância referente ao sexo
**P= nível de significância pela Análise de variância referente à máquina
***P= nível de significância pela Análise de variância referente à interação
[1]CV = coeficiente de variação
[2]O percentual de mortalidade foi transformado em ASEN(RAIZ((%MORT/100)+0.05)) antes da ANOVA

Aos 28 (Tabela 5) e 35 (Tabela 6) dias de idade houve efeito de sexo (P<0,05) sobre peso médio final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, de modo que machos apresentaram maior peso médio, ganho de peso e consumo de ração e menor conversão alimentar em relação às fêmeas. Não houve interação entre sexo e tipo de máquina durante esse período.

TABELA 5 – Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (MORT) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 28 dias de idade

Variável	Sexo	Máquina		Média	P*	P**	P***	CV[1]
		EM	EU					
PMF (g)	M	1558,45	1596,87	1577,66	<0,001	0,099	0,755	3,09
	F	1385,01	1411,54	1398,27				
	Média	1471,73	1504,20					
GP (g)	M	1516,49	1553,78	1535,14	<0,001	0,101	0,787	3,18
	F	1343,06	1370,08	1356,57				
	Média	1429,78	1461,93					
CR (g)	M	2266,07	2282,33	2274,20	0,037	0,665	0,998	4,03
	F	2183,92	2199,98	2191,95				
	Média	2224,99	2241,15					
CA (g/g)	M	1,503	1,485	1,494	<0,001	0,673	0,865	4,72
	F	1,625	1,617	1,621				
	Média	1,564	1,551					
MORT (%)[2]	M	2,67	2,72	2,70	0,366	0,740	0,803	18,09
	F	1,33	2,00	1,67				
	Média	2,00	2,36					

*P = nível de significância pela Análise de variância referente ao sexo
**P= nível de significância pela Análise de variância referente à máquina
***P= nível de significância pela Análise de variância referente à interação
[1]CV = coeficiente de variação
[2]O percentual de mortalidade foi transformado em ASEN(RAIZ((%MORT/100)+0.05)) antes da ANOVA

TABELA 6 – Médias das variáveis de peso médio final (PMF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), mortalidade (MORT), viabilidade (VIAB.) e fator de produção (FP) de machos e fêmeas oriundos de incubação em máquinas de estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) durante o período de um a 35 dias de idade

Variável	Sexo	Máquina		Média	P*	P**	P***	CV[1]
		EM	EU					
PMF (g)	M	2178,7	2226,1	2202,4	<0,001	0,595	0,771	6,71
	F	1934,4	1948,4	1941,4				
	Média	2056,6	2087,3					
GP (g)	M	2136,7	2183,1	2159,9	<0,001	0,599	0,782	6,86
	F	1892,5	1906,9	1899,7				
	Média	2014,6	2045,0					
CR (g)	M	3403,2	3434,5	3418,9	<0,001	0,586	0,867	3,20
	F	3208,3	3225,0	3216,7				
	Média	3305,8	3329,8					
CA (g/g)	M	1,601	1,594	1,598	0,050	0,826	0,729	8,62
	F	1,703	1,736	1,719				
	Média	1,652	1,665					
MORT. (%)[2]	M	2,67	4,06	3,36	0,199	0,443	0,817	19,10
	F	1,33	2,00	1,67				
	Média	2,00	3,03					
VIAB.(%)	M	97,33	95,94	96,64	0,198	0,429	0,779	3,20
	F	98,67	98,00	98,33				
	Média	98,00	96,97					
IEP	M	371,17	375,43	373,30	0,006	0,809	0,985	13,40
	F	313,60	318,58	316,09				
	Média	342,39	347,01					

*P = nível de significância pela Análise de variância referente ao sexo
**P= nível de significância pela Análise de variância referente à máquina
***P= nível de significância pela Análise de variância referente à interação
[1]CV = coeficiente de variação
[2]O percentual de mortalidade foi transformado em ASEN(RAIZ((%MORT/100)+0.05)) antes da ANOVA

Aos 28 dias de idade (Tabela 5), considerando 10% de significância, observa-se diferença estatística para peso médio final entre as máquinas avaliadas, sendo o peso dos pintos originados de máquinas de estágio único (1504,20 g) superior ao dos pintos oriundos de máquinas de estágio múltiplo (1471,73 g).

No final do período de criação (Tabela 6) observou-se efeito somente do sexo para o fator de produção, com machos apresentando valores significativamente superiores ($P<0,05$) às fêmeas.

O processo de incubação exerce grande influencia na produção de frangos de corte, pois a qualidade do pinto de um dia está diretamente relacionada ao desempenho produtivo das aves (DECUYPERE et al., 2001). De acordo com WINELAND & OVIEDO-RONDÓN (2010) a incubação em máquinas de estágio único permite a manutenção da homeostase durante todo o desenvolvimento embrionário garantindo melhor aproveitamento dos nutrientes, maturação dos órgãos e consequentemente melhor qualidade e viabilidade das aves. Entretanto, os resultados encontrados neste experimento não refletiram em melhora no desempenho das aves oriundas de ovos incubados em máquinas de estágio único.

Apesar dos índices zootécnicos avaliados no presente estudo não apresentarem diferença entre os sistemas de incubação testados, seria necessário ainda testar a robustez das aves para uma análise mais conclusiva a respeito da influência da incubação em máquina de estágio único sobre o desempenho das aves a campo. A robustez das aves incluem a análise da composição corporal das aves, status imunológico e reações frente a desafios ambientais e imunológicos.

Além disso, uma análise mais precisa dos resultados zootécnicos poderia ser obtida se fosse realizado uma série de ensaios experimentais, à semelhança do que foi feito com o estudo do rendimento do processo de incubação, relatado no Capítulo 2.

O peso do pinto no momento do alojamento é um fator de extrema importância e que pode ter efeito significativo sobre o desempenho de frangos de corte (OKADA, 1994). O peso superior no momento do alojamento dos pintos machos oriundos de incubação em máquinas de estágio único refletiu no peso

médio desse mesmo grupo em todos os períodos analisados. Embora, a diferença não tenha sido significativa, observou-se maior peso médio para os frangos machos incubados em estágio único. Essa relação entre peso inicial e melhor desempenho no final do período de criação também foi observada por STRINGHINI et al. (2003) e LEANDRO et al. (2006).

As diferenças observadas entre os sexos para peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar podem ser atribuídas exclusivamente ao potencial de desempenho de cada sexo, verificando-se melhor desempenho zootécnico para os machos.

HAN & BAKER (1993) afirmam que a viabilidade e uniformidade dos lotes de frangos de corte são altamente influenciadas pelo sexo das aves, pois fêmeas e machos possuem necessidades diferentes. Com a criação de lotes com separação de sexo é possível estimular o máximo desenvolvimento das aves, uma vez que os nutrientes fornecidos podem ser alterados para satisfazer as diferentes exigências dos dois sexos. Além disso, é possível reduzir o custo de produção e evitar desperdício da ração executando a regulagem dos equipamentos de forma apropriada para cada um dos sexos.

Segundo TABAJARA (1997), existe um grande diferencial de peso vivo entre os sexos, que se evidencia principalmente a partir da metade final do ciclo criatório. O autor afirma que machos criados sob as mesmas condições que fêmeas apresentam pesos corporais significativamente superiores. Os resultados encontrados neste experimento se respaldam nas afirmativas do autor, sendo que os machos apresentaram maior peso do que as fêmeas, entretanto essa diferença foi observada a partir da primeira semana e não apenas na fase final do período de criação.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que a incubação de ovos embrionados em máquinas de estágio único não refletiu em melhoras no desempenho produtivo de frangos de corte até os 35 dias de idade.

REFERÊNCIAS

1. BENNETT, B. Single stage vs. multi stage. **The Customer Newsletter of Jamesway Incubator Company** [online], 2010. Disponível em: http://www.jamesway.com/images/stories/hatchtalk/june2010.pdf. Acesso em 15 out. 2012.

2. CALIL, T.A.C. Incubação estágio único e estágio múltiplo. In: Simpósio Goiano de Avicultura, 9, 2009, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2009.

3. CUNHA, W.C.P.; LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B. Digestibilidade da ração pré-inicial com diferentes níveis de metionina para pintos com diferentes pesos iniciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, supl. 5, p.70, 2003.

4. DECUYPERE, E.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: A review. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p. 28–38, 1992.

5. DECUYPERE, E.; TONA , K.; BRUGGEMAN, F.; BAMELIS, F. The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 57, p. 127-138, 2001.

6. DEEMING, D.C. High yield broiler incubation. **World Poultry**, v.18, n.3, p.22-23, 2002.

7. DEEMING, D.C. Is control of single stage incubation using metabolic parameters appropriate? In: 12th European Poultry Conference. Verona, 2006. **Anais eletrônicos...** [online]. Disponível em: http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSAVerona/10298.pdf. Acesso em: 12 nov. 2012.

8. HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic strain of the dietary lysine requeriment of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 72, n. 4, p. 701-708, 1993.

9. HULET, R.M. Managing incubation: Where are we and why? **Poultry Science**. v.86, p.1017-1019, 2007.

10. LEANDRO, N.S.M.; CUNHA, W,C,P,. STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P.; CAFÉ, M.B.; MATOS, M.S. Influência do peso inicial de pintos de corte sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte e a viabilidade econômica da produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.6, p.2314-2324, 2006.

11. LEKSRISOMPONG, N.; ROMERO-SANCHEZ, H.; PLUMSTEAD, P.W. et al. Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks. **Poultry Science**. v.86, p.2685-2691, 2007.

12. LOURENS, A.; VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M.J.W.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. **Poultry Science**, v.86, p.2194-2199, 2007.

13. MEIJERHOF, R. The influence of incubation on chick quality and broiler performance. **Poultry Science**, v.90, E-Suppl. 1, 2009.

14. NICHOLSON, A.D. Incubation conditions and broiler performance. **International Hatchery Practice**, v.17, n.3, p.13-15, 2002.

15. OKADA, M.T. A qualidade do pinto de um dia. In: PINHEIRO, M. R. **Manejo de frango de corte**. Campinas: FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1994. p. 41-46.

16. OVIEDO-RONDÓN, E.O.; WINELAND, M.J.; FUNDERBURK, S.V.L.; SMALL , J.; CUTCHIN, H.; MANN, M. Incubation conditions affect leg health in large, hight-yield broilers. **Poultry Science**. v. 18. P. 640-646, 2009.

17. PEDROSO, A.A.; MENTEN, J.F.M.; LAMBAIS, M.R. The structure of bactéria community in the intestines of newly hatched chicks. **The Journal of Apllied Poultry Research**, Athens, v. 14, n. 2, p. 232-237, 2005.

18. R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010). **R: A language and environment for statistical computing.** [online], R Foundation for Statistical Computing, 2010. Disponívem em: http://www.R-project.org. Acesso em: 15 mar. 2011. Adobe PDF files.

19. STRINGHINI, J.H.; RESENDE, A.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M.; ANDRADE, M.A. Efeito do peso inicial dos pintos e do período da dieta pré-inicial sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.2, p.353-360, 2003.

20. TABAJARA, P. Criação de frangos de corte sexados: vantagens x desvantagens e programas de alimentação. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1997. p. 259-283.

21. TZSCHENTKE, B.; HALLE, I. Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks. **British Poultry Science**. v.50, n. 5, p. 634-640, 2009.

22. WINELAND, M.J.; OVIEDO-RONDON, E.O. Single stage incubation systems versus multi stage incubation systems. In: **9no SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN AVICOLA DE AMEVEA,** Argentina [online], 2010. Disponível em: http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/management/forums/single-stage-incubation-systems-t4787/124-p0.htm. Acesso em 20 jul. 2012.