

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ECLODIBILIDADE, QUALIDADE DOS NEONATOS E
DESEMPENHO PÓS NATAL DE FRANGOS DE CORTE
ORIGINADOS DE OVOS EMBRIONADOS SUBMETIDOS A
ALTOS TEORES DE CO₂ NO PERÍODO INICIAL DE
INCUBAÇÃO**

Felipe Lino Kroetz Neto

Zootecnista

JABOTICABAL, SÃO PAULO – BRASIL

2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ECLODIBILIDADE, QUALIDADE DOS NEONATOS E
DESEMPENHO PÓS NATAL DE FRANGOS DE CORTE
ORIGINADOS DE OVOS EMBRIONADOS SUBMETIDOS A
ALTOS TEORES DE CO₂ NO PERÍODO INICIAL DE
INCUBAÇÃO**

Felipe Lino Kroetz Neto

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Gonzales

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do campus de Jaboticabal, Unesp, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Produção Animal).

JABOTICABAL, SÃO PAULO – BRASIL

2010

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FELIPE LINO KROETZ NETO – nascido na cidade de Porto União - SC, aos 27 dias do mês de março do ano de 1979, filho de Sigfried Ernesto Kroetz e Walkiria Terezinha Bogus Kroetz. Em dezembro de 2003, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade do Contestado – UnC em Canoinhas,SC. Também pela mesma Universidade foi pós graduado em Engenharia Florestal na área de concentração Gestão e Análise Ambiental concluindo no ano de 2006. Em 2004 iniciou sua carreira profissional como Médico Veterinário na empresa Perdigão Agroindustrial S.A. na cidade de Rio Claro-SP, no qual responde pela área de incubação de Avós da empresa, que recentemente alterou sua razão social para BRF – Brasil Foods. Em março de 2008, ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia, junto à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, área de concentração em Produção Animal, em nível de Mestrado.

“O pensamento mais conhecido do mundo é “Amar o próximo como a si mesmo”. Poucos entendem que ninguém pode amar profundamente seus filhos, cônjuge e amigos se primeiramente não for apaixonado pela sua vida. Só quem tem um romance com a própria história poderá amar a história dos outros.

Os segredos do Pai Nosso (A. Cury)

Uma pessoa é tanto mais madura não quanto mais julga os outros, mas quando mais julga a si mesma. Não quanto mais critica os comportamentos dos que a rodeiam, mas quando se coloca no lugar delas.

12 semanas para mudar uma vida (A. Cury)

Quem olha para baixo vê o mundo do tamanho dos seus passos. Quem olha para o alto vê o mundo espetacularmente grande, um mundo de oportunidades para ser explorado.

O mestre inesquecível (A. Cury)

Ser feliz não é ter uma vida perfeita, mas humildade para reconhecer os erros, sabedoria para receber uma crítica injusta, coragem para ouvir um “não”, sensibilidade para dizer “eu te amo”, desprendimento para falar “eu preciso de você”.

Dez leis para ser feliz (A. Cury)

Nenhum pensamento é verdadeiro, mas uma interpretação da realidade. No ato de interpretação, o estado emocional (como estamos), social (onde estamos), personalidade (quem somos), metabolismo cerebral (genética), entram em cena causando micro ou macro distorções. Por isso, a verdade é um fim inatingível.

Inteligência Multifocal (A. Cury)

Aos meus exemplos de vida, meus pais, **SIGFRIED** e **WALKIRIA**, que sempre com sorriso e amor, estão presentes nas minhas conquistas me ensinando, me ajudando, apoiando. Por tudo que significam em minha vida, por toda confiança na realização do meu sonho e por não medirem esforços para minha formação pessoal. Agradeço imensamente a minha esposa **FRANCIELLI**, pela sua paciência, companheirismo, auxílio, amor e força em todos os momentos de nossas vidas. Admiro sua ética profissional, suas condutas que sempre me ensinam a ser uma pessoa melhor e também pelos cuidados e pela felicidade que gerou a nossa filha **CAMILE**, minha filha, que veio ao mundo durante este novo percurso da minha vida, agradeço eternamente por fazerem parte da minha VIDA, não podendo esquecer do meu cachorro **JACK**, que fez parte desde o início desta trajetória.

Muito Obrigado !!!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À **DEUS**, por guiar meus passos e iluminar minha vida em todos os momentos e por me dar saúde, para que eu siga meu caminho.

À **MINHA FAMÍLIA**, ESPOSA, FILHA, PAIS, IRMÃOS, SOGRO, SOGRA, SOBRINHAS, CUNHADOS e CUNHADAS que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões e incentivaram nas decisões da minha vida, independente da distância.

Em **ESPECIAL** a minha amiga e orientadora Prof^a. Elisabeth Gonzales, pela orientação, profissionalismo, ensinamentos e esforços dispensados no decorrer dos últimos anos e também ao meu colega e amigo Fabrício Delgado, pelos ensinamentos e condutas, não medindo esforços para a realização desta nova oportunidade em minha vida pessoal quanto profissional.

Aos **AMIGOS** da UNESP que de alguma forma me ajudaram a realizar este trabalho Airon, Tatiana, Rafael (Passivo), Rodrigo (Bago), Fabrício Hada (Japonês), Danilo, Juan Carlos (Peruano), Rodrigo Jakulski, Marcel, Ana, Miguel (Dunga), Fernando (Mala), Luiz Guilherme, Karoll (Colombiana), Ian Timpone, Marcos, Viviane, Melina (Mel), Fábio, Sandra, Gabriel (Primo), Janaina (Tiazinha), Gabriela (Precoce), Josiane (Isposta), Juliana, Mariana, Wedson, Robson, Vicente e Izildo, e a todos que mesmo à distância, me deram suporte e apoio em toda esta jornada. Cada um sabe o quanto foram significantes para mim.

A **EMPRESA** Brasil Foods que abriu as portas para a minha oportunidade de crescimento pessoal e profissional, pela contribuição no desenvolvimento nos experimentos, e por depositar em mim, toda a confiança de um retorno rápido. Muito Obrigado.

Aos **MEMBROS DA QUALIFICAÇÃO** Prof. Dr. Renato Furlan Prof^a. Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes, que com suas dicas e orientações e questionamentos contribuíram de forma direta e indireta a este trabalho.

E para finalizar também quero agradecer a **TODOS** aqueles que me incentivaram a continuar em frente e aqueles que contrariavam esta evolução, pois estes foram um divisor de águas que me manteve ainda mais motivado para esta conquista, pois através destas pessoas sabemos que somos capazes de realizar tudo aquilo que sonhamos em nossas vidas, pois “impossível” somos nós quem fazemos.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas	vii
Lista de Abreviaturas	xi
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	01
INTRODUÇÃO	01
REVISÃO DA LITERATURA	02
OBJETIVOS GERAIS	11
Objetivos Específicos	11
Experimento 1	11
Experimento 2	11
Experimento 3	12
Experimento 4	12
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	13
CAPITULO 2 – ECLODIBILIDADE E QUALIDADE DE NEONATOS DE FRANGOS DE CORTE ORIGINADOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A UMA ATMOSFERA DE 4000ppm DE CO₂ DURANTE OS QUATRO PRIMEIROS DIAS DE INCUBAÇÃO	14
RESUMO.....	14

SUMMARY	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAIS E MÉTODOS	18
RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
CONCLUSÕES	26
CAPITULO 3 – ECLODIBILIDADE E QUALIDADE DO NEONATO OBTIDOS DE OVOS INCUBADOS EM AMBIENTE COM ALTOS TEORES DE CO₂ NA FASE INICIAL DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO	27
RESUMO.....	27
SUMMARY	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAIS E MÉTODOS	30
Parâmetros Avaliados	34
1. Gravidade Específica dos ovos	34
2. Pesagem dos ovos	34
3. Monitoramento de temperatura da casca do ovo	35
4. Eclodibilidade	35
5. Pesagem dos embriões	35
6. Perfuração Interna, Externa e Nascimento	36
7. Avaliação dos neonatos	36
8. Comprimento dos neonatos	36
9. Parâmetros sanguíneos	37
10. Pesagem do saco vitelino	37
	38

Analises Estatísticas	
RESULTADOS	40
Experimento 1 (EXP1)	40
Experimento 2 (EXP2)	46
DISCUSSÃO	54
CONCLUSÕES	59
CAPITULO 4 – AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DE INCUBAÇÃO E DESEMPENHO ZOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE OBTIDOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A 1% (10000ppm) DE CO₂ DURANTE OS PRIMEIROS DEZ DIAS DE DESENVOLVIMENTO	60
RESUMO	60
SUMMARY	61
INTRODUÇÃO	62
MATERIAIS E MÉTODOS	64
Incubação	64
Desempenho dos frangos de corte	65
RESULTADOS	69
Resultados da incubação	69
Resultados no desempenho dos frangos de corte	74
DISCUSSÃO	81
CONCLUSÕES	86
CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 2 – ECLODIBILIDADE E QUALIDADE DE NEONATOS DE FRANGOS DE CORTE ORIGINADOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A UMA ATMOSFERA DE 4000ppm DE CO₂ DURANTE OS QUATRO PRIMEIROS DIAS DE INCUBAÇÃO

Figura 01.	Concentração de CO ₂ registrada nas incubadoras durante os 19 dias de incubação	22
Figura 02.	Distribuição percentual da eclosão 36 horas antes do término do período total de incubação (504 horas)	25

CAPITULO 3 – ECLODIBILIDADE E QUALIDADE DO NEONATO OBTIDOS DE OVOS INCUBADOS EM AMBIENTE COM ALTOS TEORES DE CO₂ NA FASE INICIAL DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Figura 01.	Monitoramento da adição do gás (CO ₂) do tratamento COV durante os primeiros 10 dias de incubação, no EXP1 (7000ppm) e EXP2 (8000ppm) relacionado ao Capítulo 3 e EXP1 (10000ppm) relacionado ao Capítulo 4	32
Figura 02.	Monitoramento diário do incremento diário no nível do gás (CO ₂) durante os primeiros dez dias de incubação, obtidos de embriões submetidos à ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1	40
Figura 03.	Monitoramento do peso do embrião aos 10 primeiros dias de incubação (P10) até aos 18 dias (P18), obtidos de embriões submetidos à ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação EXP1	42

	Monitoramento da temperatura da casca do ovo no período de 10 dias (DE10) até aos 18 dias (DE18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1	43
Figura 04.		
	Percentual de dispersão do nascimento obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1	44
Figura 05.		
	Monitoramento do nível do gás (CO ₂) durante os primeiros dez dias de incubação, obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2	47
Figura 06.		
	Monitoramento do peso do embrião aos 10 primeiros dias de incubação (P10) até aos 18 dias (P18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2	47
Figura 07.		
	Monitoramento da temperatura da casca do ovo no período de 10 dias (DE10) até aos 18 dias (DE18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2	48
Figura 08.		
	Percentual de dispersão do nascimento obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2	51
Figura 09.		

CAPITULO 4 – AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DE INCUBAÇÃO E DESEMPENHO ZOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE OBTIDOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A 1% (10000ppm) DE CO₂ DURANTE OS PRIMEIROS DEZ DIAS DE DESENVOLVIMENTO

Figura 01.	Monitoramento diário do incremento diário no nível do gás (CO ₂) durante os primeiros dez dias de incubação, obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO ₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....	69
Figura 02.	Monitoramento do peso do embrião aos 10 primeiros dias de incubação (P10) até aos 18 dias (P18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO ₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação	71
Figura 03.	Monitoramento da temperatura da casca do ovo no período de 10 dias (D10) até aos 18 dias (D18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO ₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....	72
Figura 04.	Percentual de dispersão do nascimento obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO ₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....	73
Figura 05.	Comportamento da temperatura durante os 42 dias de alojamento das aves.....	76
Figura 06.	Percentual de mortalidade por categoria durante os 42 dias.....	79
Figura 07.	Percentual de mortalidade por tratamento.....	79

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2 – ECLODIBILIDADE E QUALIDADE DE NEONATOS DE FRANGOS DE CORTE ORIGINADOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A UMA ATMOSFERA DE 4.000ppm DE CO₂ DURANTE OS QUATRO PRIMEIROS DIAS DE INCUBAÇÃO

Tabela 01.	Parâmetros de temperatura, umidade, renovação de ar (Máx) e mínima (Mín) e adição do gás, utilizados durante a incubação com 4000ppm de CO ₂ , (SEM) sem a adição do gás e (CO ₂) com a adição do gás	19
Tabela 02.	Resultados da incubação de ovos embrionados com níveis de 4000ppm da adição do gás (CO ₂) e sem a adição do gás (SEM), nos primeiros quatro dias de incubação	23

CAPITULO 3 – ECLODIBILIDADE E QUALIDADE DO NEONATO OBTIDOS DE OVOS INCUBADOS EM AMBIENTE COM ALTOS TEORES DE CO₂ NA FASE INICIAL DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Tabela 01.	Parâmetros físicos de temperatura, umidade, renovação de ar (máx e mín) e a adição do gás (CO ₂) utilizados durante a incubação. O Grupo padrão, (SCOV) sem adição de CO ₂ e ventilado, (SCONV) sem adição e não ventilado e (COV) foi submetido a ambiente com adição gradual da concentração de CO ₂ até 7000 (EXP1) e 8000 (EXP2) e ventilado	33
Tabela 02.	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	38
Tabela 03.	Eclosão e qualidade dos neonatos obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1.	41
Tabela 04.	Período médio e duração (h) de ocorrência de perfurações	43

	internas, perfurações externas e eclosão de ovos obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1.	
Tabela 05.	Resultados da incubação de ovos embrionados obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1. Resultados em percentuais da avaliação da qualidade dos neonatos quando obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1	45
Tabela 06.	Resultados hematólogicos médios de pintainhos de 01 dia originados de ovos incubados em ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1	45
Tabela 07.	Eclosão e qualidade dos neonatos obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1	46
Tabela 08.	Período médio e duração (h) de ocorrência de perfurações internas, perfurações externas e nascimento de ovos submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2.	49
Tabela 09.	Resultados do embriodiagnóstico da incubação de ovos embrionados submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2	51
Tabela 10.	Resultados em percentuais da avaliação da qualidade dos	52
Tabela 11.		52

	neonatos quando obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2	
Tabela 12.	Resultados hematológicos médios de pintainhos de 01 dia originados de ovos incubados em ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, sem adição de CO ₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2	53

CAPITULO 4 – AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DE INCUBAÇÃO E DESEMPENHO ZOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE OBTIDOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A 1% (10000ppm) DE CO₂ DURANTE OS PRIMEIROS DEZ DIAS DE DESENVOLVIMENTO

Tabela 01.	Nível das rações utilizadas no decorrer do experimento, fase inicial (1-18 dias); fase de crescimento (19-35 dias); fase final (36-42 dias).....	66
Tabela 02.	Demonstrativo de temperatura com relação ao dias pós alojamento.....	66
Tabela 03.	Caracterização macroscópica de morte súbita	67
Tabela 04.	Eclosão e qualidade dos neonatos obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO ₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....	70
Tabela 05.	Período médio e duração (h) de ocorrência de perfurações internas, perfurações externas e eclosão de ovos obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO ₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....	73
Tabela 06.	Resultados da incubação de ovos embrionados obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO ₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO ₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO ₂	74

Tabela 07.	<p>ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação..... Resultados em percentuais da avaliação da qualidade dos neonatos quando obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....</p>	74
Tabela 08.	<p>Resultados hematológicos médios de embriões com 13 dias (D13), com 16 dias (D16), com 19 dias (D19) e após eclosão (D21), originados de ovos incubados submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....</p>	75
Tabela 09.	<p>Resultados dos valores médios das características de machos e fêmeas, referente a incubação dos tratamentos submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....</p>	77
Tabela 10.	<p>Incidência de mortalidades de frangos de corte originados de embriões submetidos ou não a ambiente com adição gradativa de 10000ppm de CO₂ até dez dias de incubação.....</p>	78
Tabela 11.	<p>Parâmetros sanguíneos dos frangos com 40 dias de idade, originados de ovos submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e ventilado (COV) durante os dez primeiros dias de incubação.....</p>	80
Tabela 12.	<p>Rendimento de carcaça dos frangos originados de ovos incubados a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm, não ventilado (CONV) e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.....</p>	80

LISTA DE ABREVIATURAS

cm – centímetros	M% - Percentual de mortalidade
CA – conversão alimentar	NAS – nascimento
CAC – conversão alimentar corrigida	O₂ – oxigênio
CO₂ – dióxido de carbono	°C – graus Celsius
COV – com adição de CO ₂ ventilado	P - Peso
CONV – com adição de CO ₂ e não ventilado	PE – perfuração externa
CR – consumo de ração	PI – perfuração interna
CV – coeficiente de variação	PIN – peso inicial
DE - dia de desenvolvimento embrionário	PM – peso médio
DNASC – duração do nascimento	PMI – peso médio inicial
DPE – duração da perfuração externa	ppm – partes por milhão
DPI – duração da perfuração interna	RBC – número total de hemácias
EXP – experimento	SA – síndrome ascítica
FP – fator de produção	SCONV - sem adição de CO ₂ e não ventilado
G – gramas	SCOV – sem adição de CO ₂ e ventilado
GE – gravidade específica	SMS – síndrome da morte súbita
GPD – ganho de peso diário	SNK – Student Newman Keuels
GPM – ganho de peso médio	UR^o – umidade relativa
h – horas	µL – microlitros
HCT – hematócrito	VB - viabilidade
HGB – hemoglobina	
MCV – volume celular médio	
mL – mililitros	
°F – graus Fahrenheit	

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

A incubação foi tratada por muito tempo como uma parte necessária mas não estratégica na indústria avícola. Hoje esse quadro não é mais verdadeiro: os avanços das técnicas de incubação reverteram esse quadro. A intensidade da mudança desse segmento, impar e nunca antes verificada na cadeia produtiva avícola, é atribuída à necessidade de conhecimentos mais precisos sobre as alterações dos processos metabólicos dos embriões focados nos fenômenos bioquímico-biofísicos e suas associações com os parâmetros físicos da incubação.

Com base nos novos conhecimentos sobre o metabolismo embrionário, a indústria avícola, principalmente o setor de maquinário para incubação, oferece hoje processos de automações de altíssima qualidade, voltados para o uso de equipamentos de estágio único. Em princípio, o uso de máquinas de estágio único na incubação de ovos férteis de reprodutoras pesadas tem como objetivo a obtenção de neonatos mais saudáveis, fornecendo condições sanitárias precisas e adequadas para os embriões em desenvolvimento, facilitando o manejo de incubação.

Os parâmetros que devem ser rigorosamente controlados para a incubação continuam os mesmo desde o início de fase industrial, tanto em estágio único como múltiplo: viragem, ventilação, umidade e temperatura. O item recentemente introduzido refere-se ao controle do nível de CO₂, relacionando-o com as necessidades embrionárias durante as diferentes fases de seu desenvolvimento. No entanto, esta característica de incubação só pode ser alterada, se necessária, em máquinas de estágio único, considerando que somente nessa máquina é possível modificar a condição ambiental relacionada com a troca gasosa embrionária.

Trabalhos recentes questionam a necessidade de exposição dos embriões a uma atmosfera com altos níveis de CO₂, maiores do que 0,2% (2000ppm), no início do seu processo de desenvolvimento com o objetivo de estimular a angiogênese do saco

vitelino, tendo como conseqüência a obtenção de neonatos com maior desenvolvimento da rede capilar, entre outros efeitos favoráveis. Mas, ainda há poucas pesquisas que indiquem qual é o nível, o período e o tempo de exposição do embrião ao CO₂ que pode ser adotados para a obtenção de neonatos de melhor qualidade.

REVISÃO DA LITERATURA

O desenvolvimento embrionário é um processo dinâmico determinado não só pelo potencial genético do embrião, mas, também, pelo ambiente no qual ele se desenvolve.

O desenvolvimento do embrião no interior do ovo se dá em duas etapas importantes: antes da postura, enquanto ovo está ainda no oviduto, e depois da postura, durante a incubação do ovo. O período entre a postura e a colocação dos ovos férteis em condições adequadas de temperatura e umidade relativa (estocagem) pode ser considerado uma terceira etapa que afeta o desenvolvimento embrionário (FISHER 1983; GONZALES & CESARIO, 2003). Durante esse período, ocorre eliminação de água e CO₂ do ovo, elevando o pH do albúmen. Se ocorrer excesso de perda de CO₂, o pH do albúmen se torna muito alto, afetando negativamente o início do desenvolvimento embrionário (COLEMAN & SIEGEL, 1964).

Entende-se que todas as reações químicas necessárias para o desenvolvimento embrionário são dependentes de duas variáveis, uma física (temperatura) e outra bioquímica (enzimas), daí a importância da interação entre esses dois parâmetros. Todos os outros fatores físicos (umidade, troca de gases) envolvidos no processo de desenvolvimento embrionário são secundários e atuam sinergicamente com a temperatura, a qual pode ser controlada através do manejo da temperatura ambiental à qual o ovo está exposto. Entretanto, a ação enzimática não pode ser controlada pelo homem (CALIL, 2007).

A temperatura embrionária durante o processo de incubação é considerada um dos fatores físicos mais importantes para o sucesso das incubações comerciais. A tentativa de atingir a temperatura ótima de incubação é determinante para uma adequada eclodibilidade (SWANN & BRAKE, 1990; FRENCH, 1997) e qualidade do neonato (WILSON, 1991; DECUYPERE & MICHELS, 1992). Problemas com manutenção da máquina, ventilação, correntes de ar, ou outras condições, podem fazer com que os embriões aqueçam demais (FRENCH, 1997; MAULDIN & BUHR, 1995), resultando em uma baixa eclosão e redução na qualidade do neonato (FRENCH, 2000; HULET, 2007).

A diferença entre temperatura embrionária e temperatura da incubadora é dependente do fluxo de calor que é influenciado pela velocidade do ar sobre os ovos (MEIJERHOF & VAN BEEK, 1993). A produção significativa de calor metabólico do embrião começa ao redor de quatro dias de incubação. Mas, somente entre o nono e o décimo dia de incubação, dependendo do tamanho do ovo, a temperatura do embrião é maior que a temperatura do ar na incubadora, exigindo a remoção de calor (LOURENS et al., 2006). A partir daí, a velocidade do ar é importante para que ocorra a dissipação de calor na superfície da casca dos ovos, alterando significativamente a condutância da casca do ovo. O número e tamanho dos poros da casca, bem como a sua espessura, também são fatores que influenciam a condutância. Ainda, a habilidade na dissipação do calor está relacionada com o tamanho do ovo, como citado por RAHN et al. (1981) e HULET (2007). FRENCH (1997) mostrou que o aumento da massa do ovo influencia negativamente a condutância de uma maneira não proporcional. Sendo assim, presume-se que ovos maiores tem maior dificuldade de dissipação de calor metabólico produzido pelo embrião.

A maioria dos trabalhos publicados relacionados à temperatura de incubação e desempenho pós eclosão relata sobre a temperatura do ar na incubadora e não a temperatura do embrião. Observações a campo demonstram os efeitos deletérios do inadequado resfriamento das máquinas quando da incubação de ovos de matrizes pesadas sobre a eclodibilidade, provavelmente induz a um superaquecimento do embrião. O superaquecimento dos embriões nas incubadoras é caracterizado pela

diminuição do peso do neonato, tamanho e peso do coração (WINELAND et al, 2000a,b,; HULET, 2007). Também são observadas no exame de embriodiagnóstico, como joelhos avermelhados, resíduo vitelínico de maior tamanho, umbigos mal cicatrizados, aumento da mortalidade no período final de incubação e má posição embrionária, geralmente cabeça em cima da asa direita ou entre as pernas (FRENCH, 1994, 2000; GLADYS et al., 2000; HULET, 2007).

Os piores resultados de eclodibilidade de ovos de linhagens de aves pesadas são frequentemente associados à maior produção de calor dos embriões das linhagens modernas atualmente existentes no mercado, condição não considerada nos cálculos para o controle automático de troca de calor nas máquinas de incubação, resultando em superaquecimento dos embriões (HULET, 2007). Não importa se a maior produção de calor pelo embrião na máquina é devido à maior massa do ovo (LOURENS et al, 2006) ou à maior atividade metabólica dos embriões por seleção genética: a consequência será sempre a necessidade de equilibrar o sistema de incubação de tal modo que o equilíbrio térmico seja atingido, resultando em adequado desenvolvimento embrionário. Mas, esse manejo exige maior ventilação da máquina, o que altera também a troca gasosa, tendo como consequência a eliminação excessiva de CO₂.

DE SMIT et al (2006) comentaram que durante a incubação o embrião experimenta períodos de hipóxia necessários e importantes. Na natureza, concentrações de CO₂ de até 1% (10000ppm) foram medidas no ninho de galinhas, contra uma concentração do ar ambiente de 0,03% desse gás. Se a hipóxia pré-natal no terço inicial da incubação for severa, haverá repercussões no desenvolvimento vascular do pintainho, induzindo uma hipertrofia do coração e da aorta. As linhagens modernas de frangos de corte tem 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.

O equilíbrio entre o nível de oxigênio (O_2) e o dióxido de carbono (CO_2) é de fundamental importância na incubação para que o adequado desenvolvimento embrionário ocorra. Na prática, os ovos de reprodutoras pesadas são incubados em ambiente gasoso padrão de 21% de O_2 e menos que 0,2% (2000ppm) de CO_2 . Mas, várias empresas que fabricam incubadoras têm sugerido níveis mais altos de CO_2 no início do processo de incubação artificial de ovos de aves, maiores do que 0,5% (5000ppm). A justificativa é que esse manejo pode ser benéfico para o desenvolvimento de embrião e a eclodibilidade, dependendo do tempo de aplicação desse nível maior de CO_2 durante o período inicial de incubação.

Os mecanismos fisiológicos da tolerância ao CO_2 são dependentes do tempo e da dose de exposição do embrião ao gás, Entretanto, ainda não foram completamente estudados e entendidos. Supostamente o processo pode estar relacionado ao aumento da capacidade do embrião em armazenar CO_2 dissolvido no albume durante o seu desenvolvimento, atenuando os possíveis efeitos de acidose metabólica, como demonstrado por EVERAERT et al (2007).

SALAZAR (2005) comentou que aumentar a concentração de CO_2 até 4800ppm nos primeiros dias de desenvolvimento embrionário no interior da incubadora pode resultar em desenvolvimento mais rápido do sistema circulatório, resultando em melhor peso de órgãos relacionados, principalmente coração, fígado e pulmão, dos embriões e dos neonatos.

Sabe-se que o embrião é muito sensível a altos níveis de CO_2 , maiores que 4000ppm, durante as primeiras 48 horas da incubação. Mas, com o avanço do processo, o embrião fica mais tolerante (DE SMIT et al, 2006). Segundo esses autores, o crescimento embrionário é mais rápido se durante os primeiros 10 a 12 dias de incubação forem utilizados níveis de 0,4% a 4% (4000 a 40000 ppm) de CO_2 .

Recentemente, TONA et al (2006) demonstraram, em um de seus estudos, que o aumento gradual do nível de CO_2 , atingindo níveis de até 0,91% (9100ppm) pelo fechamento do sistema de ventilação da incubadora do início até os 10 dias de

incubação, melhora a eclodibilidade e o crescimento do embrião. Segundo os autores, níveis altos de CO₂ no início do processo de desenvolvimento embrionário tornariam uniformes o pH do albúmen e o crescimento embrionário, resultando neonatos de melhor qualidade. Nessa linha, DE SMIT et al (2008) também obtiveram resultados semelhantes. Os dois grupos de autores concluíram que tanto o O₂ quanto o gás carbônico é de fundamental importância para que ocorra adequado desenvolvimento embrionário, recomendando maiores níveis de CO₂ dos que os atualmente praticado (cerca de 0,5% ou 5000ppm) nos períodos iniciais de incubação artificial.

A observação de que o incremento dos níveis de CO₂ na atmosfera de incubação melhora o desenvolvimento do embrião já tinha sido reconhecido por ROMIJIN & LOKHORST (1951). Vários estudos confirmaram essa afirmação, mas alertaram para o fato de que a idade do embrião e o tempo de exposição ao alto nível do gás carbônico desempenham papel crucial na determinação da tolerância do embrião à ocorrência de distúrbios metabólicos.

Em um dos estudos, EVERAERT et al (2007) pesquisaram o efeito do uso de altos níveis de CO₂ durante períodos curtos de incubação de ovos da linhagem Leghorn. Quando os ovos foram expostos a atmosfera de 1% (10000ppm) de CO₂ durante os 4 primeiros dias de incubação não houve redução da eclodibilidade. Entretanto, a exposição de 5% (50000ppm) de CO₂ entre 9 e 12 dias de incubação causou redução significativa na eclosão.

Segundo DE SMIT et al (2008), a composição gasosa do ambiente na incubadora desempenha papel determinante no desenvolvimento do embrião. Esse ambiente pode ser manipulado, permitindo interferência na trajetória de desenvolvimento do embrião e do neonato resultante. Os autores submeteram ovos embrionários em condições de incubação em sistema fechado (não ventilado) durante os 10 primeiros dias de incubação, obtendo diminuição do tempo de eclosão, aumento da taxa de eclosão e melhor crescimento no período pós-eclosão. Os níveis de CO₂ foram aumentando gradativamente até os 10 dias, atingindo o pico de concentração de até 0,7% (7000ppm).

DE SMIT (2006) encontrou aumento na eclodibilidade de 2,0% com a linhagem COBB, quando os ovos foram expostos gradualmente a até 1,5% (15000ppm) de CO₂ no décimo dia de desenvolvimento embrionário. Resultados semelhantes de EVERAERT (2007) foram encontrados com a linhagem ROSS, quando submetido à mesma concentração de CO₂. Quando foi experimentado em ovos de perus a uma menor concentração de CO₂ a 0,3% durante os primeiros 10 dias de incubação, foi observada redução na mortalidade e na má posição embrionária, resultando em eclodibilidade mais alta. Contudo, eles encontraram redução da eclodibilidade quando esses ovos foram expostos somente aos primeiros 5 dias de incubação. Todos esses experimentos revelaram haver tolerância crescente a CO₂ com o aumento da idade embrionária, embora nenhum estudo recente exista sobre o limiar de tolerância de CO₂ durante a segunda fase de incubação.

Em máquinas de estágio único, maiores níveis de CO₂ no início do desenvolvimento embrionário pode ser alcançado pela adição do gás ou pelo controle de abertura do sistema de ventilação. Entretanto, o manejo da ventilação pode provir em variações não controladas de CO₂, na dependência da temperatura do ambiente e do modelo da incubadora (KROETZ NETO et al, 2008). Esse resultado precisa ser melhor investigado, considerando-se que pode ocorrer alteração do metabolismo inicial dos embriões, induzida pelos altos níveis de CO₂, determinando um aumento significativo de embriões que não conseguiram romper totalmente a casca.

Recentemente, outros parâmetros tais como, a qualidade de pintainhos tem sido mais evidenciada, sendo utilizados como sugestivos para a avaliação do desempenho de eclosão o comprimento dos pintainhos e seu peso. Esta qualidade é uma reflexão de uma gama de cuidados com os fatores nutricionais, doenças que influenciam a cadeia de produção e fatores relacionados a ambiência, que exercem influência até a produção do ovo.

Problemas relacionados à viabilidade e qualidade dos pintainhos podem ser devido a problemas climáticos, fatores que reduzem a eclodibilidade. Comumente os padrões de qualidade de pintainhos são observados pelo resultado da mortalidade na primeira semana pós alojamento. Sendo que esta mortalidade pode ser exacerbada

quando combinada com calor sazonal e/ou susceptibilidade a problemas respiratórios e intestinais, bem como transmissão vertical de doenças, e com isso, pode-se mascarar a qualidade do pintainho produzido pelo incubatório.

MALDIN (2007) comentou que o peso do pintainho não se torna um fator preponderante, pois alguns pintainhos podem apresentar menos de 2,0g de gema e outros podem ter até 8,0g. MEIJERHOF (2008) sugeriu que o peso do pintainho é altamente correlacionado com o peso do ovo. Isto porque o peso do neonato inclui o peso do saco vitelino residual. Ainda, segundo o autor, pintainhos mais longos possam ser resultantes de calor excessivo durante as fases finais de incubação e estes não são necessariamente de melhor qualidade. Entretanto, outros autores discutem que o comprimento do pintainho e o peso corporal são altamente correlacionados.

Distúrbios metabólicos, nas modernas linhagens comerciais de frangos de corte, resultaram de intensiva seleção para crescimento rápido realizada por muitos anos. Estas novas linhagens são altamente eficientes, mas a intensa seleção alterou características fisiológicas, levando ao aumento da incidência de mortalidade pela síndrome da morte súbita (SMS) e a síndrome ascítica (SA), com efeito negativo sobre a produtividade e o bem estar dos animais. Essas doenças metabólicas são decorrentes do desequilíbrio da alta exigência de oxigênio, necessário para satisfazer as exigências metabólicas da alta taxa de crescimento e o relativo menor tamanho do aparato cárdio-respiratório dessas aves. A SA é o resultado final de uma sequência de respostas fisiológicas e metabólicas associadas com a rápida taxa de crescimento, devido ao déficit de oxigênio, ventilação deficitária, frio, estresse e crescimento rápido com um bom desempenho inicial (GONZALES et al, 2009).

Apesar de toda a melhoria no manejo, nutrição e sanidade na criação de aves, além da intensa pressão de seleção para o aumento do peso ao abate, melhor conversão alimentar e diminuição do tempo necessário para a obtenção do frango pronto para o mercado, começaram a aumentar a mortalidade e as condenações no abatedouro causadas por distúrbios metabólicos, como síndrome ascítica e síndrome da morte súbita, estas estão diretamente relacionadas aos níveis de produção, como comentado por MAIORKA et al (2003). O melhoramento genético, com o objetivo de

acelerar o ganho de peso e melhorar a conversão alimentar dos frangos determinou aumento na demanda sanguínea tecidual devido a alta taxa metabólica, de tal modo que o aparato cardio-respiratório se tornou ineficiente para suprir o organismo com um sistema adequado de transporte e intercâmbio de oxigênio.

Embora o maior nível SA tem ocorrência na 5 a 6 semana do período desenvolvimento do frango, a etiologia da doença pode ser localizada muito mais cedo, até mesmo na fase embrionária. (COLEMAN & COLEMAN, 1991, BUYS et al, 1998; GONZALES & MACARI, 2000).

ODOM et al (1995), *appud* BRAKE (2003), sugerem que a susceptibilidade por ascite poderia se manifestar nos primeiros dias após ao nascimento devido ao mau manejo de incubação, o qual, afeta principalmente o desenvolvimento dos pulmões e outros órgãos, como o tamanho reduzido do coração e do trato gastrintestinal. Ainda, mencionou que o empenamento lento, de certo modo pode estar relacionado com as primeiras etapas da decorrência de SA e também tem relação com as temperaturas elevadas do embrião.

BUYS et al (1998) concluíram que os diferentes níveis de ventilação durante a incubação interferem com o tempo total de incubação e portanto, influenciam a susceptibilidade à SA. Através dessas conclusões, pode-se discernir que a maior parte dos equipamentos de incubação foi delineada para conservar o calor em condições de salas frias, reduzindo a taxa de renovação de ar, podendo criar um déficit de oxigênio no interior das incubadoras. Esta observação é reforçada por MEIJERHOF (2000, 2002, *appud* BRAKE, 2003), segundo o qual, os embriões de linhas modernas podem produzir o dobro de calor durante as últimas etapas de incubação em relação às mesmas linhagens de 20 anos atrás. Isto proporcionaria micro climas no interior da máquina, com zonas mais quentes e mais frias, alterando a homogeneidade do desenvolvimento dos embriões.

Para tentar evitar micro climas a prática mais comum é aumentar a umidade relativa da incubadora, prática problemática já que a pressão parcial do vapor de água ocupa espaço no ar o que poderia ser ocupado pela pressão parcial de oxigênio. Neste

caso os pintainhos nascem com umbigos mal cicatrizados, e com predisposição à ocorrência de infecções e à síndrome ascítica.

Para melhorar as ocorrências de doenças metabólicas, como a SA, no período pós-eclosão, pode-se propor manejo de incubação que propicie melhor desenvolvimento do sistema circulatório dessas aves extremamente exigentes ainda durante o crescimento embrionário. A proposta seria, portanto, a de utilizar níveis relativamente altos de CO₂ nos períodos iniciais de incubação, sabendo-se que níveis compatíveis de hipóxia é capaz de estimular o desenvolvimento do sistema circulatório durante a sua fase de diferenciação e formação (24 h a 96 h de desenvolvimento embrionário em incubação), como apontando por TONA et al (2006).

A mortalidade total devido a síndrome ascítica é mais alta nos machos que detêm uma capacidade de crescimento rápido e maior deposição muscular que nas fêmeas (GONZALES et al 1998). Também, GONZALES et al (1994) observaram diferenças na incidência de mortalidade de SMS entre macho e fêmeas de várias linhas comerciais.

A diferença entre linhagens e sexo para a susceptibilidade ao desenvolvimento de síndrome ascítica pode ser verificada pelo valor do hematócrito e pela viscosidade sanguínea, estas observações feitas por GONZALES et al (2009) refletem a hipertrofia do ventrículo direito e seus valores são mais altos em aves susceptíveis. Frangos selecionados para alta taxa de crescimento, e também os machos em relação às fêmeas, apresentam valores hematológicos superiores, principalmente quando submetidos a ambientes estressantes, que são correlacionados a altitude, taxa rápida de crescimento, volume pulmonar diminuído, alta energia na ração, ração peletizada, ambiente frio, variações grandes de temperatura ambiental, baixo nível de ventilação na altura da ave, doenças respiratórias, entre outras.

OBJETIVOS GERAIS

O estudo teve como objetivo geral avaliar os efeitos sobre a qualidade da incubação e o desempenho zootécnico dos frangos de corte originados de embriões submetidos à atmosfera com altos níveis de CO₂ (4000, 7000, 8000 e 10000ppm) durante a fase inicial de incubação em incubadoras de estágio único.

Objetivos específicos

Foram conduzidos 4 experimentos com os seguintes objetivos específicos:

Experimento 1: Testar os efeitos da adição do CO₂ sobre o desenvolvimento de embriões quando submetidos à concentração constante de 4000ppm durante os quatro primeiros dias de incubação em máquinas de estágio único, avaliando-se a perda de umidade do ovo de D1 até D19 de incubação, janela de eclosão, peso e comprimento do neonato e a mortalidade embrionária.

Experimento 2: Avaliar os efeitos do CO₂ durante o desenvolvimento embrionário, eclodibilidade, e qualidade do neonato originados de ovos férteis em três tratamentos: sem adição de CO₂ e com sistema de ventilação aberto (controle); sem adição CO₂ e com sistema de ventilação fechado; com adição gradual de CO₂ até atingir 7000ppm do primeiro ao 10º dia de incubação. Os seguintes parâmetros foram mensurados: gravidade específica dos ovos, peso dos ovos, temperatura da casca do ovo, perda de umidade, peso dos embriões, tempo da bicagem interna, externa e nascimento, peso e o comprimento do neonato, qualidade dos neonatos, parâmetros sanguíneos (hematócrito (HCT), Número total de hemácias (RBC), volume celular médio (MCV), hemoglobina (HGB)), peso dos órgãos (coração e fígado), eclodibilidade e mortalidade embrionária.

Experimento 3: Avaliar os efeitos do CO₂ durante o desenvolvimento embrionário, eclodibilidade, e qualidade dos neonatos originados de ovos férteis em três tratamentos: sem adição de CO₂ e com sistema de ventilação aberto (controle); sem adição CO₂ e com sistema de ventilação fechado; com adição gradual de CO₂ até atingir 8000ppm do primeiro ao 10º dia de incubação. Os seguintes parâmetros foram mensurados: gravidade específica dos ovos, peso dos ovos, temperatura da casca do ovo, perda de umidade, peso dos embriões, tempo da bicagem interna, externa e nascimento, peso e o comprimento do neonato, qualidade dos neonatos, parâmetros sanguíneos (HCT, RBC, MCV, HGB), peso dos órgãos (coração e fígado), eclodibilidade e mortalidade embrionária.

Experimento 4: Avaliar os efeitos do CO₂ no desenvolvimento embrionário, eclodibilidade e qualidade do neonato originados de ovos férteis em três tratamentos: sem adição de CO₂ e com sistema de ventilação aberto (controle); sem adição CO₂ e com sistema de ventilação fechado; com adição gradual de CO₂ até atingir 10000ppm do primeiro ao 10º dia de incubação. Os seguintes parâmetros foram mensurados: gravidade específica dos ovos, peso dos ovos, temperatura da casca do ovo, perda de umidade, peso dos embriões, tempo da bicagem interna, externa e nascimento, peso e o comprimento do neonato, qualidade dos neonatos, parâmetros sanguíneos (HCT, RBC, MCV, HGB), peso dos órgãos (coração e fígado), eclodibilidade e mortalidade embrionária. E também avaliar o desempenho (peso, ganho de peso diário, consumo de ração, conversão alimentar, fator de produtividade), ocorrência de distúrbios metabólicos (síndrome ascítica e síndrome da morte súbita), parâmetros sanguíneos (HCT, RBC, MCV, HGB) e rendimento após abate (carcaça, peito, coxa, coração, pulmão e fígado) em frangos de corte originados de pintainhos obtidos das incubações.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O capítulo 1 da dissertação consta dos itens introdução, revisão bibliográfica e objetivos gerais, descrevendo-se a proposta de estudo da adição de CO₂ em máquinas de estágio único para incubação de ovos férteis de reprodutoras pesadas.

O capítulo 2 refere-se aos resultados obtidos no estudo 1: O capítulo 3 descreve os experimentos 2 e 3 e o capítulo 4 refere-se ao experimento 4.

O capítulo 5 refere-se às considerações finais e as implicações econômicas, referente aos experimentos realizados.

O estabelecimento da estrutura da dissertação e das referências bibliográficas seguiram orientações constantes no volume 4 das Normas para Publicações da UNESP (UNESP, 2003) e ABNT (2002), respectivamente.

CAPITULO 2 – ECLODIBILIDADE E QUALIDADE DOS NEONATOS DE FRANGOS DE CORTE ORIGINADOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A ATMOSFERA DE 4000ppm DE CO₂ DURANTE OS QUATRO PRIMEIROS DIAS DE INCUBAÇÃO

RESUMO – O estudo teve como objetivo investigar os efeitos da adição de gás carbônico (CO₂) na fase inicial de incubação sobre a eclodibilidade e a qualidade do neonato de frangos de corte. Duas diferentes condições atmosféricas de nível de CO₂ foram estabelecidas em incubadoras de estágio único com capacidade para 20640 ovos cada, injetando-se em uma delas 4000ppm de CO₂ durante os 4 primeiros dias de incubação. Ambas incubadoras (sem e com adição de CO₂) foram controladas para obtenção da temperatura média de 37,5°C, umidade relativa de 60%, uma viragem a cada hora por 19 dias e ventilação, garantindo-se 96 trocas gasosas durante 24 h. Cada tratamento foi repetido em quatro incubações sequenciais de ovos originados de mesmo lote de matrizes pesadas entre 34 e 41 semanas de idade. As características avaliadas foram: perda de peso do ovo (1 a 19 dias), eclodibilidade, mortalidade embrionária, observação dos ovos bicados com embriões vivos ou mortos, fertilidade aparente, percentagem de nascimento sobre ovos férteis, comprimento e peso dos neonatos. Os resultados foram analisados segundo delineamento de blocos casualizados com dois tratamentos (com e sem adição de CO₂) e quatro repetições (sequência de incubação), totalizando 82560 ovos incubados por tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as características avaliadas. Apesar de não letal para os embriões, a adição de 4000ppm de CO₂ nos quatro primeiros dias de incubação de ovos de matrizes pesadas não influenciou positivamente os resultados da incubação ou a qualidade dos pintainhos.

Palavras chaves: eclodibilidade, embriodiagnóstico, frango de corte, gás carbônico, qualidade do neonato

CHAPTER 2 - HATCHING AND BROILER CHICK QUALITIES FROM EMBRYOS SUBJECTED TO 4000ppm OF CO₂ DURING THE FOUR FIRST DAYS OF INCUBATION.

SUMMARY – The aim of this experiment was to study effects of high levels of carbonic gas (CO₂) at initial phase of incubation upon hatchability and chick qualities. Two different CO₂ atmosphere conditions in single stage incubators of 20640 eggs each were tested: injecting in one of them 4000ppm of CO₂ on the four first days of incubation. Our management of both machines (with and without CO₂ injection) included control of temperature (37,5°C), relative humidity (60%), rotation each hour up to 19 days of incubation, and ventilation at 96 gas exchanges rate per 24 h. Treatments were replicated four times on four sequential incubations of eggs obtained from the same flock breeders aging 34 to 41 weeks. The evaluated parameters were: weight egg loss (1 to 19 days), hatchability, embryo mortality, alive piped eggs, death piped eggs, fertility, % hatching per fertile egg, length and weight of neonates. Results were analyzed according to a randomized block design with two treatments (with and without CO₂ injection) and four replicates, totaling 82560 incubated eggs per treatment. No statistical differences were observed between treatments for all evaluated characteristics. Although not lethal, injection of CO₂ at 4000ppm for the four first days of incubation did not positively influence hatching and chick qualities.

Keywords: hatching, embryo diagnose, broiler, carbonic gas, quality of neonates.

INTRODUÇÃO

O manejo de incubação de ovos de linhagens pesadas evoluiu muito durante a última década. Até alguns anos atrás, as empresas de incubação utilizavam máquinas de múltiplo estágio, situação que tende a mudar para atender as exigências metabólicas dos embriões das linhagens modernas para a produção de frangos de corte.

Os embriões das aves não são aptos para controlar diretamente as trocas térmicas e mássicas nos processos de incubação, o que só é conseguido adequadamente se houver bom manejo da máquina. Desta forma, as variáveis do ambiente que influenciam a condutividade das cascas dos ovos necessitam ser criteriosamente ajustadas em relação às demandas metabólicas embrionárias. As incubadoras devem propiciar o controle preciso da temperatura, umidade relativa do ar, fluxo de O₂, e CO₂ e frequência de viragem das bandejas de ovos. Entretanto, a incubação por estágio múltiplo não permite um ajuste perfeito do meio ambiente à necessidade metabólica do embrião, principalmente aqueles de linhagens modernas, selecionadas para rápido crescimento e baixa conversão alimentar.

O uso de máquinas de estágio único na incubação de ovos férteis de reprodutoras pesadas tem como objetivo a obtenção de neonatos com melhores condições sanitárias. Essas máquinas também permitem o manejo adequado para cada carga de ovos, ajustando as condições ambientais para uma determinada linhagem, idade, tamanho do ovo e período de estocagem.

Uma das condições de incubação que pode ser manejada em máquinas de estágio único é o nível de CO₂ que é praticamente nulo, comparado com o ar atmosférico (0,5%) no início do processo de incubação. Porém, questiona-se a necessidade de exposição dos embriões a uma atmosfera com CO₂ no início do processo com o objetivo de estimular o crescimento da rede capilar do saco vitelino, entre outros possíveis efeitos favoráveis, tendo como consequência a obtenção de neonatos maiores e mais saudáveis (DE SMIT et al, 2006). Os mesmos autores ainda comentaram que durante a incubação, o embrião experimenta períodos de hipóxia necessários e importantes. Ainda, citaram que na natureza, concentrações de CO₂ de

até 1% (10000ppm) foram observadas no ninho de galinhas, contra uma concentração do ar ambiente de 0,03% (300ppm) desse gás.

SALAZAR (2005) recomendou aumentar a concentração de CO₂ até 4800ppm (0,48%) no interior da incubadora nos primeiros dias de desenvolvimento embrionário com o objetivo de se obter melhor peso de órgãos, principalmente coração, fígado e pulmão, dos embriões e dos neonatos. Entretanto, seu comentário não é seguido de dados experimentais que atestem essa recomendação.

Sabe-se que o embrião é muito sensível a altas concentrações de CO₂, maiores que 4000ppm (0,40%), durante as primeiras 48 horas da incubação. Mas, com o avanço do processo, o embrião fica mais tolerante (DE SMIT et al, 2006). Segundo esses autores, o crescimento embrionário é mais rápido se durante os primeiros 10 a 12 dias incubação forem utilizados níveis de 0,4% a 4% (4000 a 40000ppm) de CO₂. Os valores citados tem uma amplitude muito grande, principalmente se for levado em consideração que a sensibilidade do embrião ao teor de CO₂ depende da concentração, tempo de exposição e estágio de desenvolvimento (TONA et al, 2006). Observa-se, entretanto, a carência de estudos que permitam definir o nível, tempo e período de exposição do embrião ao CO₂ para que a prática seja adotada na prática de incubação.

O presente estudo objetivou avaliar os efeitos sobre a eclodibilidade e qualidade dos neonatos obtidos de embriões submetidos a uma atmosfera de 4000ppm de CO₂ em incubadora de estágio único nos primeiros quatro dias de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na empresa Perdigão Agroindustrial S.A, no incubatório de Avós Rio Claro, na cidade de Rio Claro, distrito de Ajapí-SP.

Realizaram-se para este estudo quatro incubações com ovos embrionários originados de reprodutoras pesadas, acondicionados em duas incubadoras de estágio único (Mod. Ug21 “e”, CASP)¹, incubando-se na sua capacidade máxima de 20640 ovos em cada uma. Cada incubadora é composta de quatro carros com capacidade para 5160 ovos, divididos em 60 bandejas de 86 ovos.

Foram incubados um total de 165120 ovos (20160/máquina x 4 incubações x 2 máquinas) de avós de corte Cobb 500² da linha fêmea de 34 à 41 semanas de idade. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 2 tratamentos (com e sem adição de CO₂) e quatro repetições (sequências de incubação), obedecendo-se os mesmos critérios em cada incubação. Em uma das máquinas o nível de CO₂ foi mantido a 4000ppm (0,4%), através da adição do gás, durante os quatro primeiros dias. Na outra máquina, houve também o monitoramento do nível de CO₂, porém não se injetou o gás (controle negativo).

As incubadoras utilizadas tinham o mesmo programa de temperatura de bulbo seco: 37,95°C a 37,33°C ou 100,2°F a 99,1°F, umidade relativa: 68% a 54%, e bulbo úmido: 29,44°C a 26,66°C ou 85°F a 80°F, viragem (24x por dia), e taxa de renovação de ar. Após o período de quatro dias, ambas incubadoras foram igualmente manejadas, isto é, controladas para ter os mesmos parâmetros de temperatura, umidade e viragem, conforme apresentado na Tabela 01. Com o objetivo de não alterar o funcionamento e resultados, as máquinas não foram abertas durante todo o processo de incubação.

Para verificação da concentração atmosférica do gás foram incorporados controladores de CO₂ da marca VAISALA³, fixado na parte frontal de cada incubadora.

¹ CASP S.A. Indústria e Comércio. Amparo, SP

² COBB-Vantress Brasil, Ltda. Guapiaçu, SP

³ Vaisala, Ind e Comércio, Finlândia

Seu monitoramento foi realizado manualmente 24 vezes/dia, isto é, uma vez a cada hora durante todo o período de incubação.

Tabela 1. Parâmetros de temperatura, umidade, renovação de ar mínima (Mín) e máxima (Máx) e adição do gás, utilizados durante a incubação com 4000ppm de CO₂, (SEM) sem a adição do gás e (CO₂) com a adição do gás.

Horas	Temperatura em °F		Umidade em %F		Renovação de ar				Adição de CO ₂	
	CO ₂	SEM	CO ₂	SEM	CO ₂		SEM		CO ₂	SEM
					Mín	Máx	Mín	Máx		
24	100,2	100,2	85	85	0	0	0	0	Sim	Não
48	100,2	100,2	85	85	0	0	0	0	Sim	Não
72	100,2	100,2	85	85	15	15	15	15	Sim	Não
96	99,9	99,9	84	84	15	15	15	15	Sim	Não
120	99,9	99,9	84	84	18	18	18	18	Não	Não
144	99,8	99,8	83	83	18	18	18	18	Não	Não
168	99,6	99,6	82,5	82,5	20	20	20	20	Não	Não
192	99,6	99,6	82,5	82,5	20	20	20	20	Não	Não
216	99,5	99,5	82	82	25	35	25	35	Não	Não
240	99,5	99,5	82	82	25	45	25	45	Não	Não
264	99,4	99,4	81,5	81,5	25	45	25	45	Não	Não
288	99,4	99,4	81,5	81,5	25	45	25	45	Não	Não
312	99,3	99,3	81	81	25	55	25	55	Não	Não
336	99,3	99,3	81	81	25	55	25	55	Não	Não
360	99,2	99,2	80,5	80,5	25	65	25	65	Não	Não
384	99,2	99,2	80,5	80,5	25	65	25	65	Não	Não
408	99,2	99,2	80	80	40	80	40	80	Não	Não
432	99,1	99,1	80	80	40	80	40	80	Não	Não
456	98,5	98,5	85	85	20	75	20	75	Não	Não
480	98,5	98,5	83	83	20	75	20	75	Não	Não
504	98,5	98,5	83	83	20	75	20	75	Não	Não

°F – graus Fahrenheit

Com o objetivo de minimizar diferenças da carga dentro das incubadoras, os ovos foram rigorosamente ordenados nas mesmas posições dos carros, obedecendo às mesmas quantidades de ovos por tratamento, lote, lado do aviário, classificador, dia de postura e dias de estoque.

Os ovos foram classificados no incubatório, de tal modo que para cada tratamento foi destinado o mesmo número de ovos por aviário, por coleta, data de postura e data de estoque. Todas as bandejas de incubação foram previamente

identificadas antes da incubação com etiquetas, objetivando rastreamento total, desde a coleta dos ovos na granja até o nascimento do pintainho. Com o objetivo de reduzir ainda mais as diferenças entre as incubações, todos os ovos foram armazenados por seis a sete dias em todos os ensaios.

Antes da incubação, foi realizado um pré-aquecimento dos ovos dentro da própria incubadora, por um período de 5 horas com um aumento gradual na temperatura, o qual se iniciou com 79,80°F (26,56°C), chegando a 100,2°F (37,88°C). A partir daí, foi considerado o início da incubação.

A transferência ocorreu de maneira automatizada aos 19 dias de incubação e, neste momento, os embriões foram vacinados “in ovo” com o uso da máquina *Inovoject*®⁴, utilizando as seguintes vacinas: Criomix (*HVT+Rispens*)⁵ e Diftovax - suave (Bouba Aviária - Cepa Suave)⁵. Após o processo de vacinação e transferência, os ovos foram acondicionados nas bandejas de eclosão com capacidade para 86 ovos devidamente identificadas nos nascedouros (Mod.G21 “e”, CASP) que tem a mesma capacidade das incubadoras, isto é, 20640 ovos.

Em ambos os tratamentos, oito bandejas com ovos foram pesadas minutos antes da incubação e no momento da transferência, para a obtenção do cálculo de perda de peso entre o primeiro e 19º dia de incubação.

A eclosão foi monitorada manualmente em cada máquina, simultaneamente de 6 em 6 horas e após o término da transferência, visando acompanhar todo o nascimento dos pintainhos para a confecção da curva de nascimento (janela de eclosão).

O peso nos neonatos foi realizado em quatro bandejas por carro, sendo dois carros/ lote/tratamento, pesados em balança da marca OHAUS, (modelo ARP -110)⁶ logo após a retirada do nascedouro, isto é, 510 horas de incubação.

O comprimento foi mensurado logo após a pesagem dos neonatos, posicionando-se o mesmo sobre uma régua, desde a ponta do bico até a extremidade do dedo médio da pata, esticando-os delicadamente sem causar desconforto ou trauma.

⁴ Pfizer Poultry Health Division. Chapecó, SC

⁵ Merial Saúde Animal. Paulínia, SP

⁶ OHAUS, SP

Para a avaliação do embriodiagnóstico foram utilizadas as mesmas bandejas de obtenção dos dados de perda de peso do ovo durante a incubação e peso e comprimento dos neonatos. As características de embriodiagnóstico avaliadas foram: % fertilidade, % eclosão dos pintainhos sobre ovos férteis, % mortalidade por fases (0 a 4 dias; 5 a 17 dias; 18 a 21 dias); % contaminados por bactérias, % contaminados por fungos, bicado vivo e bicado morto.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para um delineamento em blocos casualizados de 2 tratamentos e 4 repetições, considerando-se o teste F ao nível de 5% como discriminatório para testar as diferenças entre os tratamentos, utilizando-se o procedimento ANOVA G do pacote estatístico SAEG, v.9.1 (2008). Antes do procedimento de ANOVA, os dados percentuais de mortalidades embrionárias e bicados vivos e mortos foram transformados em arco seno $ASEN(RAIZ(\%/500)+ 0,05)^{0,5}$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 01 apresenta o nível de CO₂ obtido durante os 19 dias de incubação. Observa-se que durante os primeiros quatro dias de incubação o nível de CO₂ da incubadora teste manteve-se em 4000ppm (0,4%), enquanto que o nível na incubadora testemunha não foi superior a 700ppm (0,07%).

Os resultados da incubação obtidos durante o experimento estão apresentados na Tabela 02. Não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre os tratamentos com e sem adição do gás durante os primeiros quatro dias de incubação.

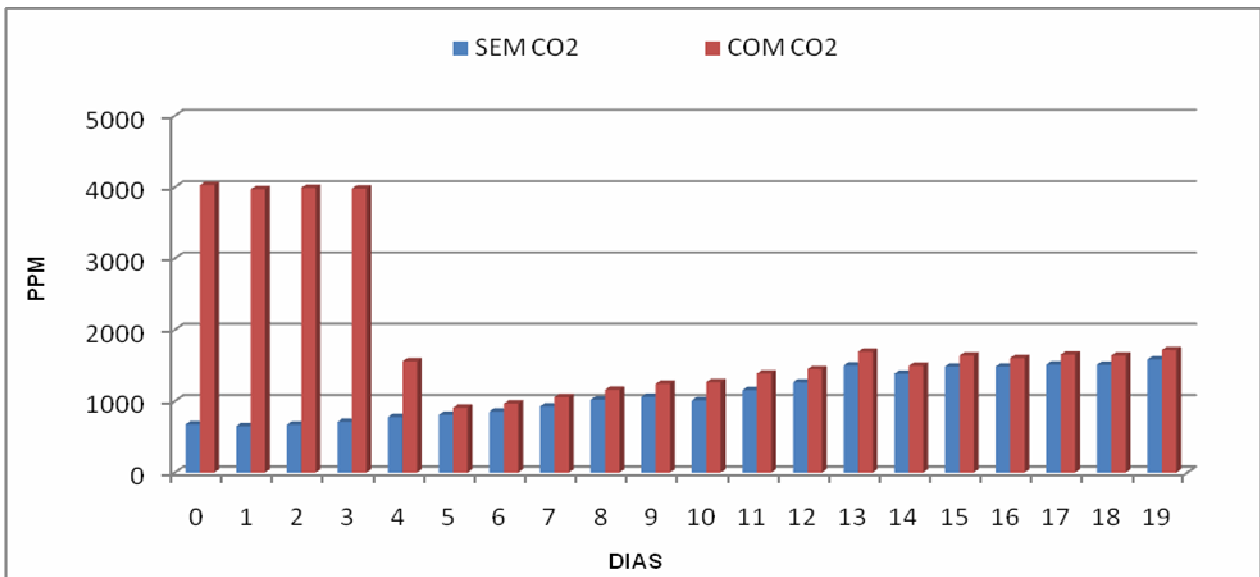


Figura 03. Concentração de CO₂ registradas nas incubadoras durante os 19 dias de incubação.

Embora sem diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p < 0,05$), a adição de 4000ppm CO₂ nos primeiros dias de incubação necessita ser mais bem investigado, estudando-se os efeitos desse manejo sobre o desenvolvimento pós eclosão dos pintainhos, já que o procedimento não foi letal para os embriões.

Era esperada a ocorrência no aumento da temperatura do embrião que deve ser induzida por uma alteração do metabolismo inicial dos embriões devido aos altos níveis de CO₂ no início do processo de desenvolvimento embrionário porque a respiração do

embrião até as 48 horas de incubação se dá através de difusão de gases entre as células (ETCHES, 1996), o que poderia afetar o número de embriões que não conseguem romper totalmente a casca, como observado em ensaios preliminares. Entretanto, essa ocorrência não afetou significativamente o resultado geral da incubação, considerado adequado.

MAULDIN (2002), comentou que os embriões podem tolerar o nível de 0,3% de CO₂ (3000ppm) durante os primeiros quatro dias nas incubadoras, mas níveis acima de 0,5% (5000ppm) reduzem significativamente a eclodibilidade. O nível de 4000ppm de CO₂ utilizado neste experimento, intermediário aos citados por MAULDIN (2002) poderiam ter afetado os índices de eclodibilidade e mortalidade embrionária. Mas, os resultados obtidos, conforme apresentados na Tabela 2, demonstram que o nível aqui utilizado não afetou a qualidade da incubação ou do neonato (Tabela 2).

Tabela 02. Resultados da incubação de ovos embrionados com níveis de 4000ppm da adição do gás (CO₂) e sem a adição do gás (SEM), nos primeiros quatro dias de incubação.

Característica	CO ₂	SEM	CV
Fertilidade %	91,28±0,97	90,44±0,73	5,32
Eclusão sobre férteis, %	88,21±0,84	88,05±1,15	6,46
Mortalidade embrionária 0-4 d, % ¹	5,09±0,61	4,76±0,48	2,98
Mortalidade embrionária 5-17 d, % ¹	2,40±0,28	2,51±0,51	2,91
Mortalidade embrionária 18-21 d, % ¹	3,63±0,42	3,42±0,41	2,72
Bicados vivos, % ¹	1,63±0,35	1,20±0,24	3,04
Bicados mortos, % ¹	0,40±0,10	0,69±0,19	2,21
Perda de peso dos ovos (DE1-DE19),%	10,98±0,14	11,09±0,17	7,77
Peso do neonato, g	43,81±0,33	43,47±0,29	3,83
Comprimento do neonato, cm	18,06±0,65	18,11±0,66	1,88

¹ Dados percentuais transformados em $Asen(\text{raiz}(\%/500)+0,05)^{-0,5}$

Conforme exposto por CESARIO & GONZALES (2008), o desenvolvimento normal do indivíduo depende da interação coordenada e precisa de dois grandes fatores: 1) Regulação genética que é influenciada pelo plano genético estabelecido no DNA e 2) Regulação epigenética, sofrendo influência de fatores externos (ambiente)

que podem alterar o desenvolvimento embrionário. Estas alterações podem ocorrer devido a uma aceleração durante a divisão celular (mitose), na fase inicial de desenvolvimento embrionário (gastrulação), fazendo com que alguns embriões apresentem deformações, tais como quatro patas, duas cabeças, cérebro exposto, vísceras ectópicas (DEMMING, 1999; NILIPOUR, 1999; ADDA, 2003). Essas ocorrências, no entanto, não foram observadas com o uso de altos níveis de CO₂ nas 96 horas iniciais de incubação. Mas, a dispersão do nascimento, medida em horas antes do término do período total de incubação (504h), foi menor quando os embriões foram submetidos ao tratamento com 4000ppm de CO₂ em relação ao tratamento controle, 30 e 36 hs, respectivamente, conforme apresentado na Figura 2.

Vários autores (NOY et al., 1996; NOY & SKLAN, 1999; GONZALES et al., 2003) comentaram que a demora para o acesso a alimentação diminui o desempenho final do frango de corte. Assim, os neonatos de nascimentos mais tardio, originados dos ovos expostos aos altos níveis de CO₂, seriam submetidos a um menor período de jejum pós-natal e, portanto, teriam um desenvolvimento mais adequado. Entretanto, não foi estudado se a diferença nos efeitos que a dispersão de nascimento poderia afetar o desempenho final dos frangos de corte.

DECUYPERE et al (2001) observaram que a dispersão do nascimento pode ser influenciada pela homogeneidade ou heterogeneidade dos ovos incubados e por diferentes tempos de armazenamento, estoque e ou tamanhos dos ovos, fatores controlados rigidamente neste experimento. Então, admite-se que o efeito positivo da adição do gás sobre a menor dispersão do nascimento não foi devido ao manejo experimental, mas sim ao tratamento da adição de CO₂, o que poderá resultar em pintainhos mais saudáveis e capazes de responder melhor ao período de jejum pós eclosão (GONZALES et al, 2003). Assim, embora sem diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p < 0,05$), a adição de 4000ppm CO₂ nos primeiros dias de incubação necessita ser mais bem investigado, estudando-se os efeitos desse manejo sobre o desenvolvimento pós eclosão dos pintainhos, já que o procedimento não foi letal para os embriões.

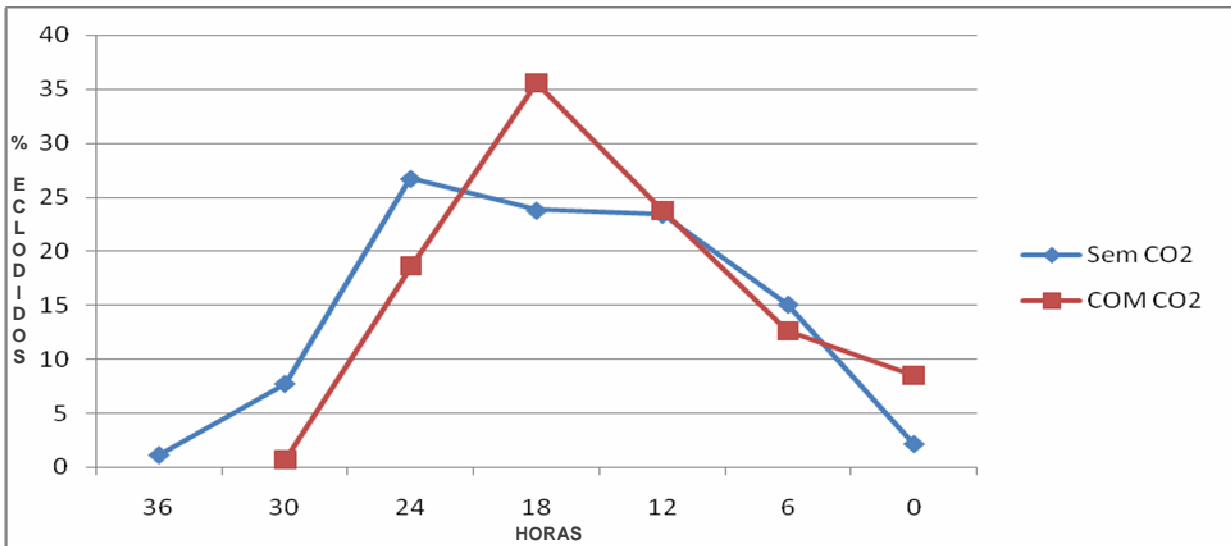


Figura 04 - Distribuição percentual da eclosão 36 horas antes do término do período total de incubação (504 horas).

CONCLUSÕES

A adição de 4000ppm de CO₂ em incubadoras de estágio único durante os 4 primeiros dias de incubação, embora não letal para os embriões, não influenciou positivamente a qualidade da incubação. Questiona-se se a menor dispersão do nascimento observada nas incubações com adição de CO₂ pode influenciar positivamente o desempenho final dos frangos de corte.

CAPITULO 3 – QUALIDADE DA INCUBAÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DE MATRIZES PESADAS SUBMETIDOS A ALTOS TEORES DE CO₂ NA FASE INICIAL DE DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

RESUMO - A eclodibilidade, qualidade e parâmetros sanguíneos de pintos de corte foram testados em dois ensaios, injetando-se gradativamente 7000ppm (EXP1) ou 8000ppm (EXP2) de CO₂ entre os dias 1 (DE1) e 10 (DE10) de desenvolvimento embrionário. Foram utilizadas três incubadoras de estágio único por ensaio, cada uma alocada a um tratamento: 1) sem adição de CO₂ e com renovação de ar (padrão – SCOV); 2) sem adição de CO₂ e sem renovação de ar (SCONV); 3) com adição de CO₂ (7000ppm - EXP1 e 8000ppm - EXP2) e renovação de ar (COV). Durante todo período de incubação as máquinas foram mantidas a 37,44°C, 54% UR e 24 viragens/dia. Em cada experimento e máquina, foram incubados 4046 ovos de matrizes pesadas Cobb-500 de 54 (EXP1) ou 44 (EXP2) semanas, distribuídos em 28 bandejas. Os resultados foram analisados por ANOVA para um delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 28 repetições. Quando necessário, comparou-se as médias por SNK ($p < 0,05$). A alta exposição ao CO₂ dos embriões COV resultou em um incremento significativo da eclodibilidade, quando comparada à SCOV e SCONV, no EXP1 (89,84%, 87,50% e 87,64%) e EXP2 (90,82%, 87,51% e 89,46%), respectivamente. Os resultados refletiram a menor mortalidade embrionária no período DE18 a DE21 do grupo COV. A dispersão de nascimento dos pintainhos COV (EXP1 e EXP2) teve um pico mais acentuado, influenciando a qualidade. Apesar de melhorar a eclodibilidade, a exposição gradativa de até 7000 ou 8000ppm de CO₂ nos dez primeiros dias de incubação não influenciou ($p < 0,05$) os resultados de parâmetros sanguíneos, o que foi considerado não conclusivo para se estabelecer uma condição de causa-efeito.

Palavras chaves: eclodibilidade, embrião, gás carbônico, neonato, qualidade

CHAPTER 3 – HATCHING QUALITIES OF BROILER BREEDER EGGS INCUBATED UNDER HIGH CO₂ LEVEL ENVIRONMENT UP TO TEN DAYS OF EMBRYONIC DEVELOPMENT

SUMMARY – Hatchability, quality and blood parameters of broiler chicks were tested in two assays applying gradual increasing of CO₂ level up to 7000ppm (EXP1) or 8000ppm (EXP2) from day 1 (ED1) to day 10 (ED10) of embryo development. Three single stage incubators were used, each one considered a treatment as following: 1) without CO₂ injection and ventilated (standard – SCOV); 2) without CO₂ injection and no ventilated (SCONV); 3) with CO₂ injection (7000ppm or 8000ppm) and ventilated (COV). Along all incubation period the machines were maintained at 37.44°C, 54% RH and 24 turns/day. 4046 eggs from Cobb-500 broiler breeder flocks aging 54 weeks (EXP1) or 44 weeks were distributed in 28 incubation trays and incubated in each machine of each experimental condition. The data were analyzed by ANOVA in a completely randomized design with 3 treatments and 28 replicates. Means were compared by SNK test ($p < 0,05$) when necessary. High CO₂ exposition of COV embryos resulted on a significant increased hatchability as compared to SCOV and SCONV treatments of EXP1 (89.84%, 87.50% and 87.64%) and EXP2 (90.82%, 87.51% and 89.46%), respectively. Those results were attributed to the lower percentage mortalities of DE18 and DE21 embryos observed on COV group. Spreading of hatching of COV chicks from EXP1 and EXP2 had a sharp peak that positively influenced neonate qualities as well. Although resulting on better hatchability, gradual CO₂ exposition up to 7000 or 8000ppm from DE1 to DE10 did not affected ($p < 0,05$) blood parameters that was not considered conclusive to be defined as a cause-effect condition.

Keywords: carbonic gas, embryo, hatchability, neonate, quality

INTRODUÇÃO

Existem poucas pesquisas que indique qual é o nível de CO₂, o período, e o tempo de exposição do embrião que podem ser favoráveis à obtenção de neonatos de melhor qualidade. Alguns estudos indicam que os níveis de CO₂ no início do processo de incubação podem ser alcançados pela adição do gás ou pelo controle de abertura do sistema de ventilação. Experimentos realizados por vários autores, usando o fechamento da ventilação nos 10 primeiros dias de incubação para aumentar a concentração de CO₂ no ambiente da máquina incubadora em níveis de até 15000ppm, relataram efeitos positivos sobre o desenvolvimento embrionário e a qualidade do pintainho na eclosão. Na fase inicial de incubação (DE10), atribuiu-se à relativa hipóxia do embrião, determinada por um alto nível de CO₂ do ambiente, melhor desenvolvimento do sistema circulatório e maior produção de hemácias, propiciando uma condição fisiológica ao embrião de melhor captação de O₂ (TAZAWA et al, 2002) e conservação da energia (HABERMANN et al, 2008), favorecendo, portanto, o seu desenvolvimento e qualidade do neonato (SALAZAR, 2005, DE SMIT et al, 2006, 2008, TONA et al, 2006).

Somente o manejo da ventilação através do fechamento da abertura das máquinas através do “damper” pode levar às variações dos níveis de CO₂ no ambiente de incubação. E, na dependência da temperatura do ambiente e do modelo da incubadora, ou seja, os fatores que podem alterar a condutividade da casca do ovo aos gases e vapor d’água (CHRISTENSEN, 2001), o embrião pode ser exposto a um nível não controlado do gás. Os trabalhos de DE SMIT et al (2006, 2008) e TONA et al (2006) demonstraram que a cada incubação a concentração atingida de CO₂ com o fechamento do sistema de ventilação foi variável. Como consequência, os resultados da incubação poderão ser inconsistentes, situação não desejável no controle de qualidade de um incubatório. Entretanto, até o momento não se tem resultados conclusivos de pesquisas utilizando a adição controlada de CO₂ para se obter um nível conhecido do gás no ambiente de incubação do embrião.

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da exposição dos embriões de frangos de corte ao aumento gradativo até 7000 e 8000ppm de CO₂ durante os 10 primeiros dias de incubação em máquinas de estágio único.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/UNESP – Campus de Jaboticabal no período de outubro de 2008 a fevereiro de 2009. No experimento 1 (EXP1), foi testado a adição gradual de até 7000ppm de CO₂ em máquinas de estágio único até o 10^o dia de incubação. No experimento 2 (EXP2), o nível de adição de CO₂ foi elevado até 8000ppm no mesmo período de desenvolvimento embrionário, isto é entre o dia 1 (DE1) até o dia 10 (DE10).

A incubação foi realizada em três máquinas de estágio único (Mod. SR 84 Petersime, modificada para o padrão CASP linha “e”) com capacidade para 8400 ovos acondicionados em dois carros de 28 bandejas, cada uma para 150 ovos.

Durante os experimentos, cada incubadora foi carregada com 28 bandejas, incubando-se um total de 4046 ovos/máquina e 12138 ovos/experimento. Os ovos foram obtidos do mesmo dia de postura e oriundos de uma granja de matrizes da empresa Perdigão S.A., da cidade de Castro – PR, acondicionados em bandejas de papelão e transportados em caminhões específicos para este fim.

Todos os ovos foram submetidos a três dias de estoque, conservando-os em ambiente controlado com ar condicionado que mantinha a temperatura dos ovos entre 21,0 a 23,0°C. Os ovos foram transportados de Castro, PR até Jaboticabal, SP em caminhão especial com manutenção da temperatura entre 25°C e 23°C e imediatamente após a chegada foram alocados na sala de ovos, retirados das caixas e acondicionados em uma bancada com espaço suficiente para obtenção de melhor fluxo de ar entre eles. Posteriormente foram pesados, numerados e acondicionados em carros de incubação.

Antes da incubação foi realizado um pré-aquecimento dos ovos dentro da própria incubadora, por um período de 5 horas com o aumento gradual na temperatura, que iniciou-se com 79,80°F (26,56°C), chegando até 100,2°F (37,88°C).

Cada incubadora foi designada a um tratamento, como descrito abaixo:

- Incubadora 1 (COV): Com adição de CO₂ (até 7000ppm no EXP1 e até 8000ppm no EXP2) durante os 10 primeiros dias de incubação e ventilada, isto é, com renovação de ar em todo o processo.
- Incubadora 2 (SCOV): Sem adição de CO₂ e ventilada, isto é, renovação de ar durante toda a incubação. Este manejo é o padrão de utilização na incubação comercial.
- Incubadora 3 (SCONV): Sem adição de CO₂ e não ventilada, isto é, sem renovação de ar durante os 10 primeiros dias de incubação.

As incubadoras foram reguladas para executar o mesmo programa de temperatura (100,2°F e 99,1°F, correspondente a 37,89 e 37,28°C) e umidade (85°F e 80°F, correspondente a 56,24% e 41,72% de UR), viragem de hora em hora até o DE18. As únicas diferenças eram a entrada e saída de ar e adição de CO₂, durante os 10 primeiros dias de incubação. Após este período as incubadoras permaneceram com os mesmos parâmetros utilizados, como descritos na Tabela 01. Com o objetivo de não alterar o funcionamento e resultados, nenhuma das máquinas foram abertas durante os 10 primeiros dias de incubação.

Para maior precisão de controle, foi instituído um sistema denominado de “supervisório” que monitora e registra automaticamente de 30 em 30 minutos todos os parâmetros de incubação, tais como, temperatura, umidade, renovação de ar, viragem e alarmes. O monitoramento do CO₂ foi realizado manualmente de duas em duas horas durante todo o período de incubação por meio do controlador visual da marca Vaisala, fixado na parte frontal de cada incubadora. Diariamente e no mesmo horário foram alterados os parâmetros de adição do CO₂ para que fosse realizado o aumento gradativo do nível do gás no ambiente de incubação entre o DE1 e DE10. O registro do

controle do nível do gás foi realizado com o uso do controlador da marca VAISALA⁷ mostrado na Figura 1.

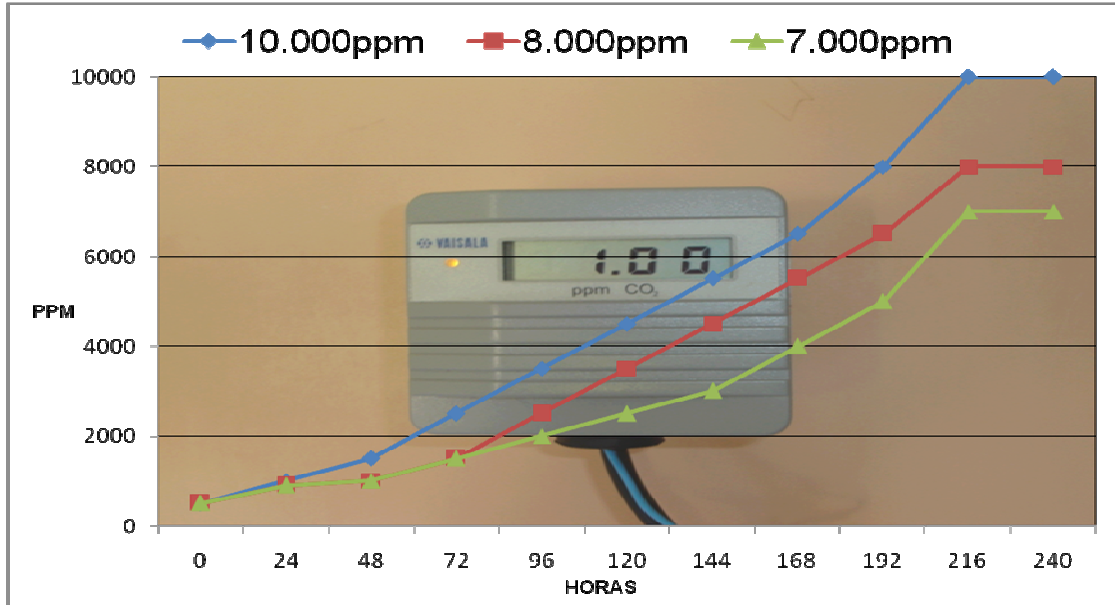


Figura 01. Monitoramento da adição do gás (CO₂) do tratamento COV durante os primeiros 10 dias de incubação, no EXP1 (7000ppm) e EXP2 (8000ppm) relacionado ao Capítulo 3 e EXP1 (10000ppm) relacionado ao Capítulo 4.

A incubação foi iniciada logo após o término do pré-aquecimento e, a partir daí, iniciou-se a contagem das horas de incubação, sendo controlada automaticamente pelo programa ajustado para a incubação. Até aos 10 dias ou 240 horas de incubação, as três incubadoras permaneceram fechadas, e após este período as máquinas foram abertas para a retirada do acúmulo do gás de seu interior. Este procedimento foi realizado em todas as incubadoras, visando que as mesmas obtivessem o mesmo critério de avaliação e controle dos resultados esperados.

Outras 18 bandejas foram pesadas para o monitoramento de perda de umidade durante o processo de incubação. O restante dos ovos foram transferidos para bandejas normais de eclosão com capacidade para 150 ovos cada uma.

⁷ VAISALA, Finlândia

Tabela 01. Parâmetros físicos de temperatura, umidade, renovação de ar (mín e máx) e a adição do gás (CO₂) utilizados durante a incubação. O Grupo padrão, (SCOV) sem adição de CO₂ e ventilado, (SCONV) sem adição e não ventilado e (COV) foi submetido à ambiente com adição gradual da concentração de CO₂ até 7000(EXP1) e 8000 (EXP2) e ventilado.

Horas	Temperatura em °F			Umidade em %F			Renovação de ar						Adição 7000 ou 8000ppm		
	SCOV	SCONV	COV	SCOV	SCONV	COV	SCOV		SCONV		COV		SCOV	SCONV	COV
							Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx			
24	100,2	100,2	100,2	85	85	85	0	0	0	0	0	0	S	N	N
48	100,2	100,2	100,2	85	85	85	0	0	0	0	0	0	S	N	N
72	100,2	100,2	100,2	85	85	85	15	15	0	0	15	15	S	N	N
96	99,9	99,9	99,9	84	84	84	15	15	0	0	15	15	S	N	N
120	99,9	99,9	99,9	84	84	84	18	18	0	0	18	18	S	N	N
144	99,8	99,8	99,8	83	83	83	18	18	0	0	18	18	S	N	N
168	99,6	99,6	99,6	82,5	82,5	82,5	20	20	0	0	20	20	S	N	N
192	99,6	99,6	99,6	82,5	82,5	82,5	20	20	0	0	20	20	S	N	N
216	99,5	99,5	99,5	82	82	82	25	35	0	0	25	35	S	N	N
240	99,5	99,5	99,5	82	82	82	25	45	0	0	25	45	S	N	N
264	99,4	99,4	99,4	81,5	81,5	81,5	25	45	25	45	25	45	N	N	N
288	99,4	99,4	99,4	81,5	81,5	81,5	25	45	25	45	25	45	N	N	N
312	99,3	99,3	99,3	81	81	81	25	55	25	55	25	55	N	N	N
336	99,3	99,3	99,3	81	81	81	25	55	25	55	25	55	N	N	N
360	99,2	99,2	99,2	80,5	80,5	80,5	25	65	25	65	25	65	N	N	N
384	99,2	99,2	99,2	80,5	80,5	80,5	25	65	25	65	25	65	N	N	N
408	99,2	99,2	99,2	80	80	80	40	80	40	80	40	80	N	N	N
432	99,1	99,1	99,1	80	80	80	40	80	40	80	40	80	N	N	N
456	98,5	98,5	98,5	85	85	85	20	75	20	75	20	75	N	N	N
480	98,5	98,5	98,5	83	83	83	20	75	20	75	20	75	N	N	N
504	98,5	98,5	98,5	83	83	83	20	75	20	75	20	75	N	N	N

°F – graus Fahrenheit

O número de ovos em cada bandeja de nascimento foi uniformizado para evitar diferenças de temperaturas entre elas capaz de afetar o processo de nascimento. Completadas as 504 h, os pintainhos foram retirados do nascedouro e sexados. Após a sexagem, os pintainhos foram pesados individualmente, não se observando diferenças estatísticas entre os sexos, razão pelo qual não foi considerado o efeito de sexo.

PARÂMETROS AVALIADOS.

1. Gravidade Específica dos ovos

Antes da incubação e em ovos não incubados, foi realizada a avaliação da casca do ovo através da gravidade específica (GE) de 1,176 ovos por incubação. Foi utilizado o método da flutuação dos ovos, testando-se 7 ovos de cada bandeja designada para cada tratamento com a finalidade de homogeneizar a amostragem. Cinco soluções salinas, indicativas das densidades de 1,070 até 1,090, variáveis de 0,005 unidades, foram ajustadas em baldes de 50 litros de com o auxílio de um densímetro de petróleo com escala de 1,050 a 1,100.

2. Pesagem dos Ovos

Todas as bandejas de ovos foram pesadas para a obtenção da média de peso dos ovos, através de uma balança da marca TOLEDO para que posteriormente fossem selecionados 3240 ovos dentro destas médias e pesados individualmente em uma balança de maior precisão da marca OHAUS⁸ modelo Adventure ARD110, para serem numerados e acondicionados nas incubadoras para análises específicas posteriores. Os ovos foram colocados nas quatro primeiras fileiras da parte lateral esquerda da bandeja onde o acesso foi facilitado para análises durante o período de incubação, identificados e rigorosamente ordenados nas mesmas posições dos carros, obedecendo às mesmas quantidades de ovos por tratamento, lote, idade da matriz, período de postura e estoque, minimizando assim a diferença de localização no interior

⁸ OHAUS Corporation, EUA

das incubadoras.

3. Monitoramento de temperatura da casca do ovo

Com 240 horas ou 10 dias de incubação, iniciou-se o trabalho de monitoramento da temperatura da casca do ovo, em ovos posicionados na fileira lateral esquerda das bandejas. As incubadoras eram mantidas em seu funcionamento normal, isto é, ligadas com sua temperatura, umidade e ventilação constante. Este procedimento foi realizado no interior da incubadora, visando a não ocorrência de influências externas durante a sua tomada de temperatura. Foram monitorados diariamente os mesmos ovos até a sua transferência isto é, 432 horas, ou 18 dias de incubação, por um termômetro infravermelho específico da marca Braun, 270⁹.

4. Eclodibilidade

Para controle da eclodibilidade, todos os pintainhos foram contados e separados em pintainhos de primeira qualidade e segunda qualidade. Os ovos não eclodidos foram separados para posterior análise de embriodiagnóstico, o qual consiste em avaliar a real mortalidade dos embriões nas diferentes fases do desenvolvimento embrionário. As fases de mortalidade embrionária foram separadas nos seguintes grupos: inférteis, 0 a 4 dias (0-4d), 5 a 17 dias (5-17d), 18 a 21 dias (18-21d), Bicado Vivo (BV), Bicado Morto (BM), Contaminado por bactérias (BACT), contaminado por fungos (FUNG). A taxa de eclosão foi calculada sobre o número total de ovos incubados e sobre o número de ovos férteis, considerando-se os dados de fertilidade aparente obtido após o embriodiagnóstico, sendo separados por bandejas, no qual cada bandeja é considerada uma repetição.

5. Pesagem dos embriões

Aos 10 dias de incubação, ou seja, na mesma data de realização do monitoramento de temperatura da casca do ovo, ocorreu também a pesagem dos embriões nos diferentes tratamentos, os quais foram separados 30 ovos/embriões por

⁹ BRAUN - Alemanha

dia, em cada incubadora e pesados na mesma balança que os ovos foram selecionados. Os ovos foram abertos e seus respectivos embriões foram retirados, bem como os anexos embrionários para a realização desta pesagem.

6. Bicagem Interna e Externa e Nascimento

Com 444 horas ou 18,5 dias iniciou-se o monitoramento da perfuração interna (PI), perfuração externa (PE) e nascimento (NASC) até o final da eclosão, isto é, com 504 horas ou 21 dias de incubação. O exame dos ovos foi realizado de duas em duas horas desde o início do processo de perfuração. A PI foi verificada com o auxílio de um ovoscópio, avaliando-se cada ovo individualmente para identificar o momento no qual o embrião perfura a câmara de ar. A PE era observada visualmente, quando a casca era rompida pelo bico do pintainho. E, o NASC quando o pintainho saía totalmente de sua casca. O tempo de duração da perfuração interna (DPI) foi calculado, subtraindo-se a hora do início da PE do início da PI de cada ovo monitorado ($DPI = PE - PI$). A duração da PE foi calculada, considerando-se o horário de nascimento subtraído do horário de PE ($DPE = NASC - PE$). Para cálculo da duração de nascimento, somou-se o valor de DPI e DPE. Entendendo-se que o processo de nascimento se dá desde o momento em que o pintainho perfura a sua câmara de ar até ao momento da saída da casca. No momento do NASC, cada neonato foi identificado com uma anilha colocada em sua canela, correspondente ao número do ovo incubado.

7. Avaliação dos neonatos

O critério de 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. Para esta avaliação foi utilizado os pintainhos nascidos dos ovos previamente pesados e identificados como comentado no item 2, deste mesmo capítulo.

8. Comprimento dos neonatos

O comprimento dos neonatos foi realizado logo após a pesagem do pintainho,

posicionando-se o neonato sobre uma régua, da ponta do bico até a extremidade do dedo médio da pata. O pintainho foi esticado delicadamente para obtenção de sua medida precisa, sem causar-lhe desconforto ou trauma.

9. Parâmetros sanguíneos

A colheita de sangue para análise dos parâmetros sanguíneos nos embriões ocorreu no 13º, 16º e 19º dia de incubação. Em cada um destes dias, foram amostrados 90 embriões, sendo 30 por incubadora. O sangue foi retirado da veia jugular, por meio do corte do pedículo vitelínico. O sangue foi colhido em Ependorf de 1,5mL contendo heparina (15µL/1mL de sangue), os quais foram acondicionados em caixas de isopor com gelo para posteriores análises sanguíneas.

Nos neonatos, a amostragem foi feita utilizando-se 90 pintainhos, 30 por incubadora, nos quais foram coletados sangue das veias do pescoço. Foram colhidos 2mL de sangue em tubos Ependorf com 2 gotas de anticoagulante (heparina), acondicionadas em caixas de isopor com gelo para manutenção da temperatura baixa até o momento do processo das análises.

As amostras foram processadas no laboratório de Fisiologia e Embriologia Veterinária da FCAV – Campus Jaboticabal, por meio de um contador de células da marca CELM, Mod. 550¹⁰, obtendo-os seguintes parâmetros: Hematócrito (HCT), Número total de hemácias (RBC), Volume Celular Médio (MCV) e taxas de Hemoglobina (HGB).

10. Pesagem do saco vitelino

Foi realizada também a pesagem do saco vitelino. O neonato foi sacrificado pelo deslocamento da 1ª e 2ª vértebra, seguido da abertura da cavidade abdominal e torácica e a retirada do residual de gema, a qual foi imediatamente pesada.

¹⁰ Contador de células – Celm 550, Alemanha

Tabela 02. 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	16
		Médio	8
		Fraco	0
Penugem	A aparência deve ser limpa e seca. Se estiver úmida e suja, ou ambos são cotada como ruim.	Limpa e Seca	12
		Limpa e úmida	6
		Suja e úmida	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	10
		Abertos e sem brilho	5
		Fechados	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	12
		Não completamente fechado, coloração normal	6
		Não fechado e coloração anormal	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	12
		Pequena	6
		Grande	0
Abdômen	Examina-se o abdômen do pintainho visualmente. Se estiver grande (balifo) é classificado como ruim.	Normal	12
		Médio	6
		Distendido	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	10
		Uma perna/dedos e articulações afetadas	5
		Duas pernas/dedos e articulações afetadas	0
Canelas	Observa-se o brilho e a cor da canela. A normal deve ser avermelhada e brilhante.	Brilhante, avermelhada	16
		Brilhante, pálida	8
		Opaca, pálida	0

Adaptado de TONA (2003), por KROETZ NETO & GONZALES (2008).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados utilizando-se o procedimento ANOVA G do

programa computacional SAEG 9.1 (2008) segundo um delineamento inteiramente casualizado, considerando-se cada bandeja como uma repetição. Quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Os dados percentuais de mortalidade embrionária foram transformados em arco seno $ASEN(RAIZ(\%/500) + 0,05)^{0,5}$ antes da ANOVA.

A qualidade do pintainho foi analisada segundo um modelo multifatorial, considerando-se a homogeneidade das observações. Depois dessa análise, procedeu-se aos testes de ANOVA e média (SNK, $p < 0,05$ e $p < 0,10$) para discriminação dos tratamentos quando necessário.

RESULTADOS

Experimento 1

A Figura 02 mostra a concentração de CO₂ no micro ambiente de cada máquina incubadora utilizada neste experimento. É possível observar que somente a adição gradual de CO₂ (máquina COV) permitiu alcançar os níveis desejados do gás (até 7000ppm) nos primeiros 10 dias de incubação, mantendo-se nessa concentração por dois dias consecutivos da incubação (DE9 e DE10). A maior concentração de CO₂ na incubadora com o sistema de ventilação fechado (SCONV) atingiu 1340ppm. Com a máquina de manejo padrão (SCOV) o maior nível de CO₂ foi 650ppm, sendo aproximadamente a metade do registrado para SCONV e mais de dez vezes menor que COV.

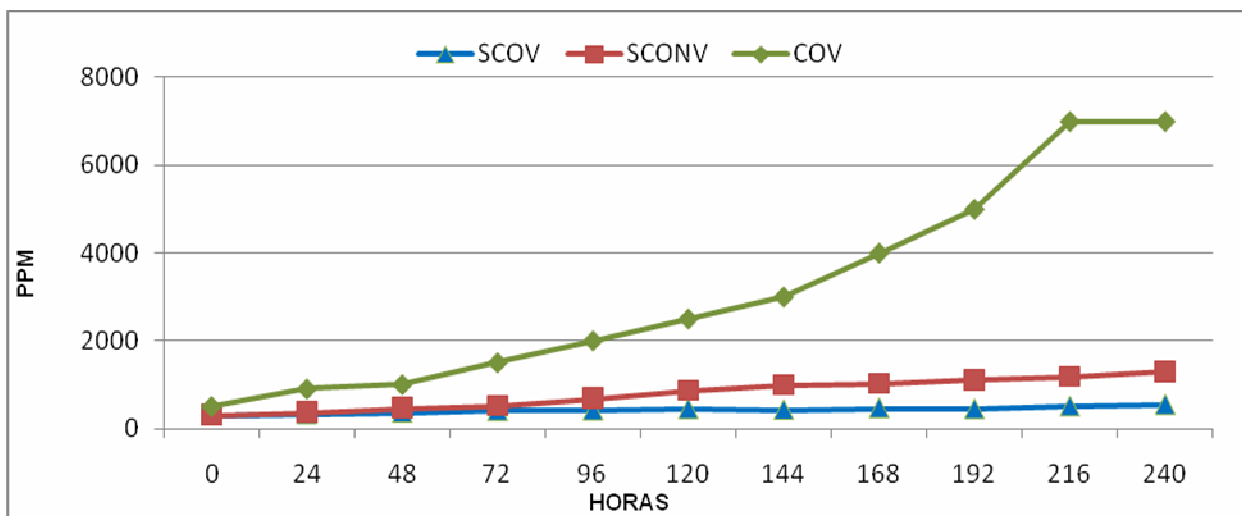


Figura 02. Monitoramento diário do incremento no nível do gás (CO₂) durante os primeiros dez dias de incubação, obtidos de embriões submetidos à ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

O peso médio dos ovos incubados foi 72,86 g (Tabela 3), compatível com o observado para ovos de matrizes da linhagem Cobb-500 com 54 semanas de idade e a densidade dos ovos submetidos à incubação apresentou gravidade específica média de 1,073, índice menor do que o 1,080, esperado para matrizes pesadas com 54 semanas

de idade, dados comparados ao manual de incubação da linhagem Cobb (MANUAL COBB 500, 2008).

Os resultados de eclosão e qualidade dos neonatos são apresentados na Tabela 03. A eclosão sobre os ovos férteis do tratamento COV (89,84%) teve um incremento significativo ($p < 0,05$), quando comparado aos tratamentos sem a adição do gás no sistema (SCOV = 87,50% e SCONV = 87,64%).

Tabela 03. Eclosão e qualidade dos neonatos obtidos de embriões submetidos à ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

Características	SCOV	SCONV	COV	CV
Peso dos ovos , g	72,80±0,06	72,88±0,06	72,90±0,07	1,38
Eclosão sobre os férteis, %	87,50±0,65 ^B	87,64±0,84 ^B	89,84±0,65 ^A	4,14
Perda de umidade, %	11,73±0,13	11,80±0,15	11,54±0,13	19,14
Peso do neonato, g	51,64±0,11	51,84±0,10	51,81±0,11	3,41
Índice peso do neonato relativo ao peso do ovo, %	70,93±0,14	71,13±0,13	71,05±0,15	3,22
Comprimento do neonato, cm	18,81±0,03 ^A	18,48±0,03 ^C	18,59±0,03 ^B	2,63
Peso do resíduo vitelino, g	5,59±0,13 ^C	6,78±0,10 ^A	6,16±0,10 ^B	20,10
Índice do peso do resíduo vitelino em relação ao peso do neonato, %	10,82±0,24 ^C	13,08±0,19 ^A	11,92±0,19 ^B	19,42
Peso do neonato sem o resíduo vitelino, g	46,04±0,18 ^A	45,04±0,14 ^C	45,51±0,15 ^B	3,98
Índice do peso do neonato sem o resíduo vitelino em relação ao peso do ovo, %	63,26±0,23 ^A	61,80±0,18 ^C	62,40±0,19 ^B	3,73
Índice do peso neonato sem o resíduo vitelino em relação ao peso do neonato, %	89,18±0,24 ^A	86,92±0,19 ^C	88,08±0,19 ^B	2,69

Letras distintas (A,B,C) na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Os pesos dos recém nascidos não foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos, com médias de 51,64±0,11 g; 51,84±0,10 g; e 51,81±0,11 g para SCOV, SCONV, COV, respectivamente. Mas, os pesos absolutos e relativos dos pintainhos sem vitelo em ovo e ao peso do neonato foi maior no grupo do tratamento controle SCOV (46,04±0,18), em relação ao SCONV (45,04±0,14g) e COV (45,51±0,15g),

também diferentes ($p < 0,05$) entre si. A diferença dessa característica entre os tratamentos verificou-se em função da diferença do peso do resíduo vitelino, menor nos pintos provenientes do grupo controle (SCOV), seguido do grupo COV e finalmente SCONV.

Contraopondo-se a esses resultados de pesos do neonato com e sem vitelo, verificou-se uma diferença para maior no peso entre DE10 e DE18 dos embriões (Figura 03) previamente expostos a ambiente com aumento gradativo de CO_2 (COV). Com isso, era de se esperar que os neonatos desse grupo tivessem um maior peso absoluto ou relativo, mas não foi o que ocorreu (Tabela 03).

A temperatura do embrião, medida através da temperatura da casca do ovo monitorada entre DE10 e DE18, apresentada na Figura 04, foi maior para os indivíduos submetidos a um ambiente sem ventilação (SCONV). Este pode ter sido influenciado pela maior concentração do gás no ambiente, conseqüentemente por um nível mais elevado da pressão parcial do gás na câmara de ar, ocasionando um aceleração no crescimento embrionário gerando um maior metabolismo e um aumento da temperatura durante a incubação.

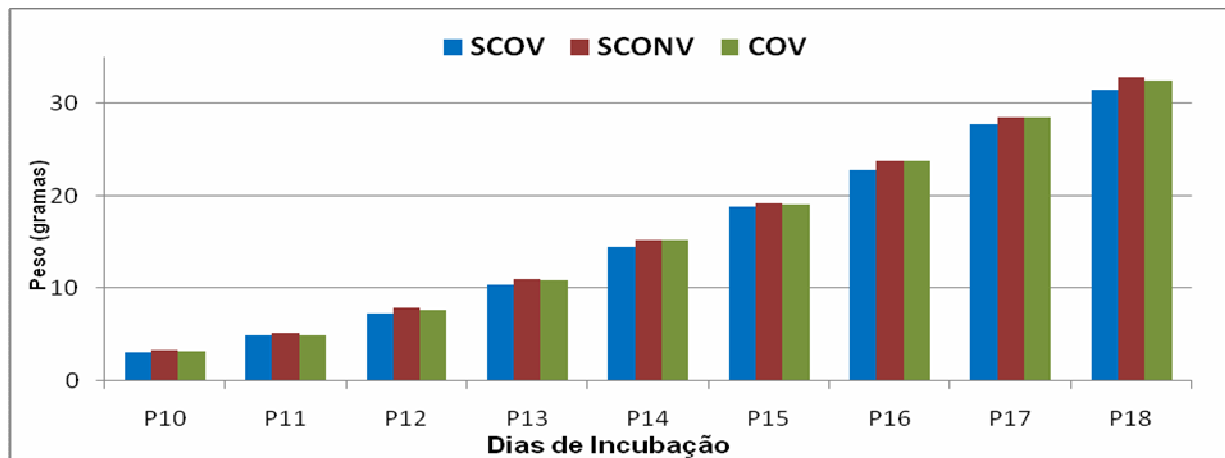


Figura 03. Monitoramento do peso do embrião aos 10 primeiros dias de incubação (P10) até aos 18 dias (P18), obtidos de embriões submetidos à ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO_2 e ventilado, sem adição de CO_2 e não ventilado (SCONV) e com elevação gradativa da concentração de CO_2 até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

Os resultados de tempo médio de duração da ocorrência de perfuração interna

(PI), perfuração externa (PE) e nascimento (NASC) aparecem na Tabela 04. A perfuração da membrana interna na câmara de ar (perfuração interna) foi observada aos 456,75 e 457,13h para os tratamentos SCOV e COV, respectivamente, significativamente mais precoce ($p < 0,05$) da obtida para os ovos do tratamento SCONV (459,11h). Os períodos de perfuração externa e de eclosão tiveram o mesmo padrão, mais precoces para SCOV, seguidos de COV e SCONV, significativamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

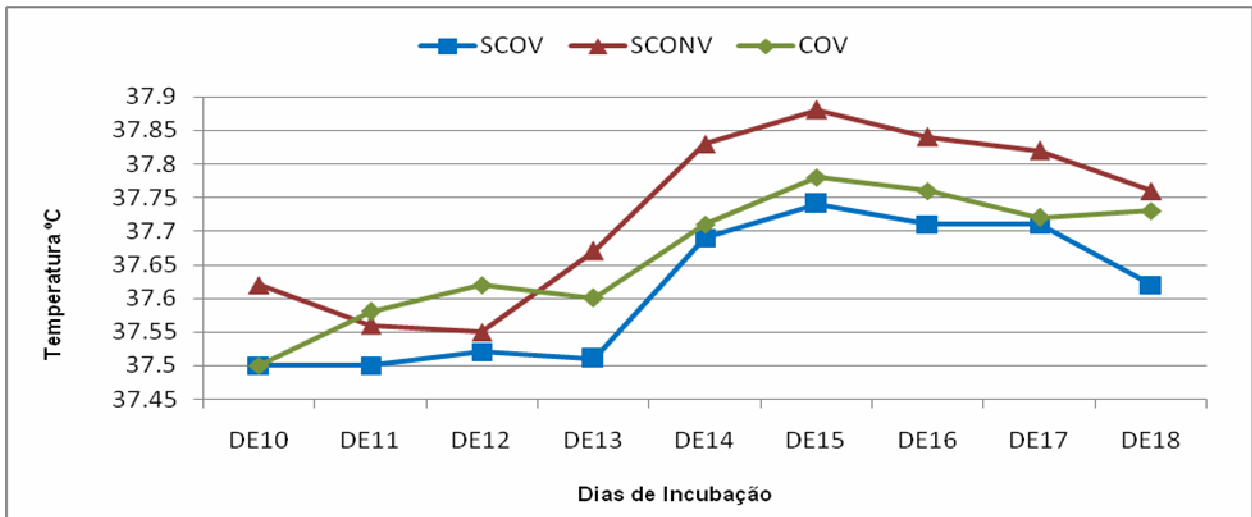


Figura 04. Monitoramento da temperatura da casca do ovo no período de 10 dias (DE10) até aos 18 dias (DE18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

Tabela 04 – Período médio e duração (h) de ocorrência de perfurações internas, perfurações externas e eclosão de ovos obtidos de embriões submetidos à ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

Características	SCOV	SCONV	COV	CV
Perfuração interna na membrana, h	456,75±0,23 ^B	459,11±0,28 ^A	457,13±0,23 ^B	0,89
Perfuração externa da casca, h	471,04±0,37 ^B	474,05±0,39 ^A	471,66±0,41 ^B	1,34
Nascimento dos neonatos, h	486,66±0,33 ^B	489,49±0,34 ^A	487,10±0,32 ^B	1,10
Duração do PI, h	14,30±0,29	14,94±0,34	14,53±0,43	4,34
Duração do PE, h	15,62±0,21	15,44±0,28	15,44±0,27	3,09
Duração do NASC, h	29,91±0,36	30,38±0,38	29,97±0,33	3,75

Letras distintas (A,B) na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Na Figura 05 pode-se observar que houve uma melhor distribuição de nascimento do grupo COV, com uma janela de nascimento 2 e 5 horas menor em relação aos tratamentos SCOV e SCONV, respectivamente.

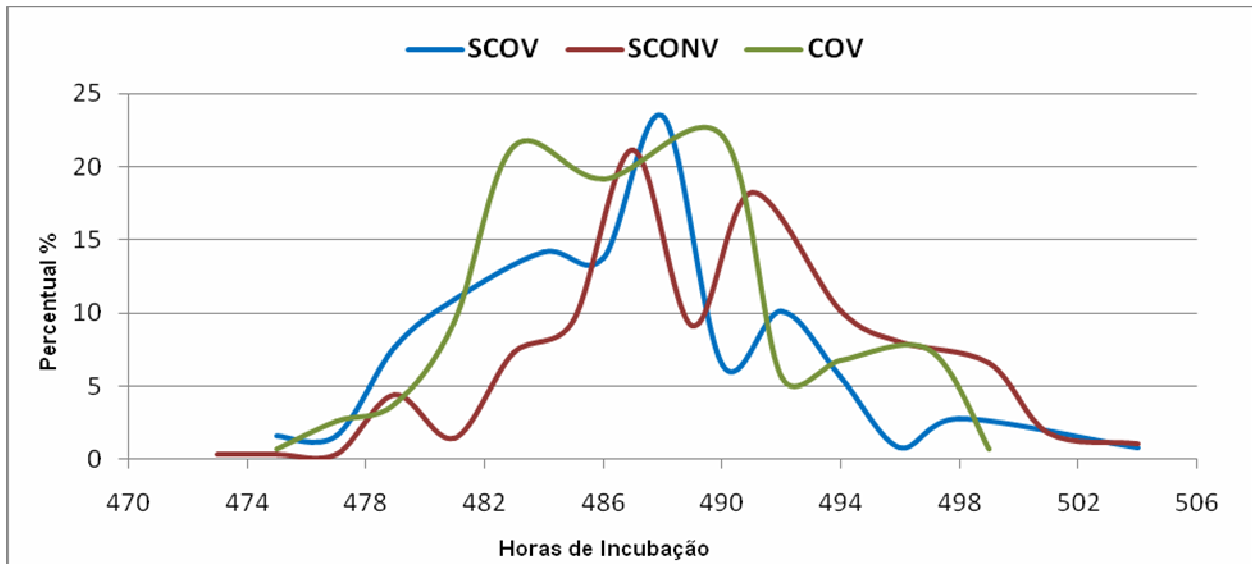


Figura 05. Percentual de dispersão do nascimento obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

O melhor resultado de eclodibilidade registrado para o tratamento COV neste experimento (Tabela 03) pode ser atribuído à incidência menor de mortalidade ($p < 0,10$) embrionária DE18 a DE21, isto é durante o processo de eclosão, como constado pelo embriodiagnóstico. Ainda, relacionado com esse item observou-se um menor percentual de embriões mortos com posição incorreta no tratamento COV, indicativo de que pode ter havido uma melhor atividade embrionária.

Quanto à qualidade dos neonatos (Tabela 06), os pintainhos do tratamento COV apresentaram percentuais de escores acima de 70, o que pode ser considerado muito bom e indicativo de que a incubação atingiu resultados compatíveis com os observados em incubatórios comerciais. Entretanto, a análise estatística revelou que os pintainhos submetidos ao ambiente sem ventilação (SCONV) apresentou menor percentual relativo de pintainhos com escores 100 e maior percentual relativo de pintainhos com escores inferiores a 70.

Tabela 05. Resultados da incubação de ovos embrionados obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

Características	SCOV	SCONV	COV	CV
Fertilidade aparente	93,39±0,48 ^A	91,54±0,71 ^B	93,92±0,41 ^A	3,01
Pintos de segunda qualidade ¹	1,29±0,25	1,10±0,16	1,04±0,14	2,36
Mortalidade embrionária 0-4 d ¹	2,50±0,28	3,05±0,35	2,34±0,28	2,11
Mortalidade embrionária 5 a 17 d ¹	3,09±0,26	3,16±0,34	2,49±0,36	2,20
Mortalidade embrionária 18 a 21 d ¹	2,79±0,14 ^a	2,15±0,15 ^a	1,26±0,12 ^b	2,18
Mortalidade embrionária 18 a 21 d com embriões em posição incorreta ¹	2,17±0,28 ^a	1,36±0,23 ^b	0,93±0,18 ^b	2,38

Letras maiúsculas (A,B,) ou minúsculas (a,b) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK para $p < 0,05$ e $p < 0,10$, respectivamente. ¹O % de pintos de segunda qualidade e mortalidades embrionárias foram transformados em arco seno $ASEN(RAIZ(\%/500)+0,05)^{0,5}$ antes da ANOVA.

Tabela 06. Resultados em percentuais da avaliação da qualidade dos neonatos, separados por grupos, quando obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

Característica	SCOV	SCONV	COV
Grupo 1 (menor que 70)	1,62 ^B	4,78 ^A	0,00 ^C
Grupo 2 (71 a 75)	0,81	3,68	0,75
Grupo 3 (76 a 80)	2,02	5,51	1,13
Grupo 4 (81 a 85)	2,83	4,78	3,01
Grupo 5 (86 a 90)	13,76	17,28	11,28
Grupo 6 (91 a 95)	23,72	29,04	27,82
Grupo 7 (96 a 100)	52,23 ^A	33,82 ^B	55,26 ^A

Letras maiúsculas (A,B,) ou minúsculas (a,b) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK

No que diz respeito aos parâmetros sanguíneos (Tabela 07), os valores médios de RBC, HCT, e HGB apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para o tratamento COV e SCOV frente ao tratamento SCONV.

Tabela 07. Resultados hematológicos médios de pintainhos de 01 dia originados de ovos incubados em ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 7000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP1

Característica	SCOV	SCONV	COV	CV
RBC, 10⁶/mm³	2,47±0,10 ^A	2,01±0,60 ^B	2,51±0,12 ^A	24,86
HCT, %	21,30±0,85 ^A	17,77±0,56 ^B	21,89±0,98 ^A	24,28
MCV, μm³	87,68±0,47	88,89±0,49	87,84±0,44	3,17
HGB, g/dl	13,52±0,44 ^A	12,21±0,30 ^B	14,22±0,52 ^A	19,84

Letras distintas (A,B,) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,05$),

Experimento 2 (EXP2)

A Figura 06 mostra a concentração de CO₂ no micro ambiente de cada máquina incubadora utilizada neste experimento. As concentrações de CO₂ na incubadora com o sistema de ventilação fechada (SCONV) e manejo padrão (SCOV) foram baixos, não superiores 1270ppm e 490ppm, respectivamente, resultados bem próximos dos obtidos no EXP1. A incubadora com a adição gradual de CO₂ permitiu alcançar os níveis desejados do gás (até 8000ppm) nos primeiros 10 dias de incubação, mantendo-se nessa concentração na máquina, (COV) nos dois últimos dias de adição do gás (DE9 e DE10).

O peso médio dos ovos incubados foi de 69,42 g, (Tabela 08) que corresponde ao padrão da linhagem com aves de 44 semanas de idade (MANUAL COBB 500, 2008). As médias dos ovos obtidas por carga de cada incubadora foram similares ($p < 0,05$), conforme aparece na Tabela 08.

A densidade dos ovos submetidos a incubação apresentou gravidade específica média de 1,076, considerado não desejado para incubar ovos de matrizes pesadas com 44 semanas de idade. Nessa fase, o número deve ser igual ou superior a 1,080, conforme recomenda o manual de incubação da linhagem Cobb (MANUAL COBB 500, 2008).

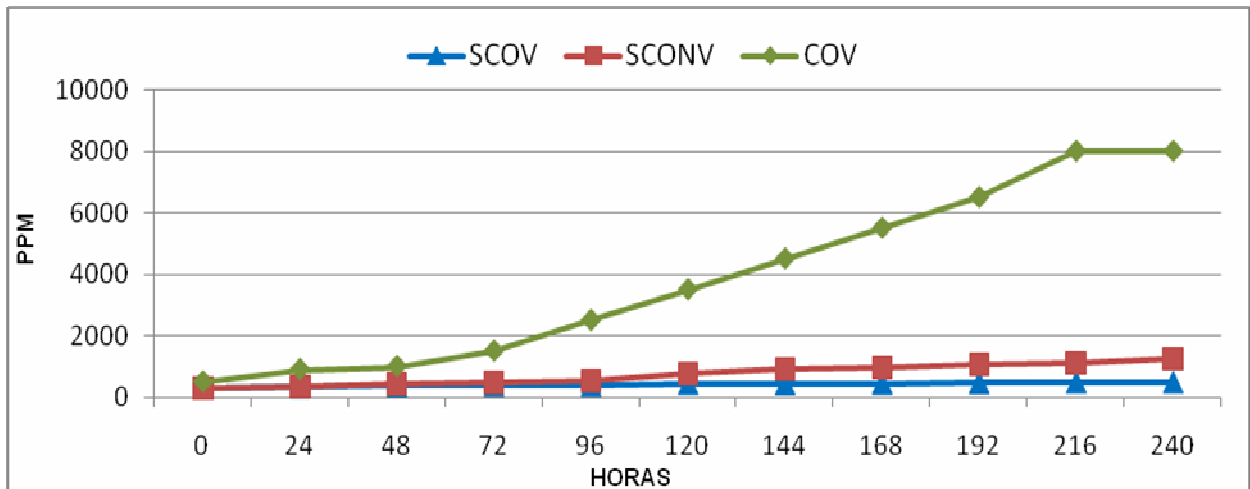


Figura 06. Monitoramento do nível do gás (CO_2) durante os primeiros dez dias de incubação, obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO_2 e ventilado, sem adição de CO_2 e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO_2 até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2.

Analisando-se o comportamento do peso dos embriões durante a incubação (Figura 07), não se verificou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre os grupos experimentais.

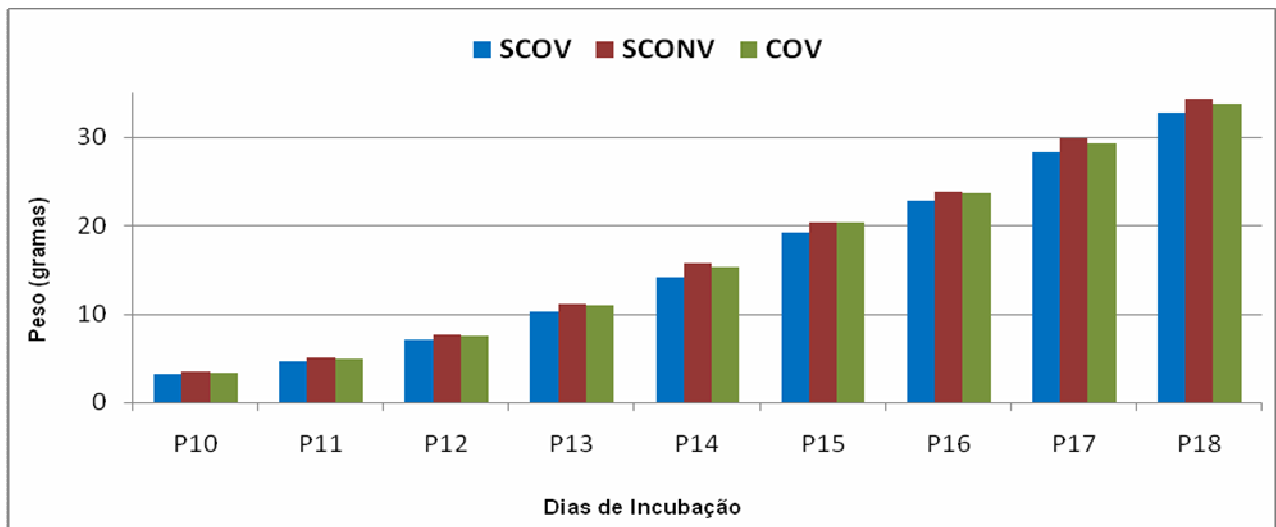


Figura 07. Monitoramento do peso do embrião aos 10 primeiros dias de incubação (P10) até aos 18 dias (P18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO_2 e ventilado, sem adição de CO_2 e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO_2 até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2

A curva de temperatura da casca do ovo, monitorada entre DE10 e DE18, apresentou o mesmo padrão de comportamento do observado no EXP1, observando-se temperatura um pouco inferior dos embriões submetidos a uma maior concentração de CO₂, quer na máquina COV ou na máquina SCONV, em relação à máquina de manejo padrão (SCOV), como mostra a Figura 08.

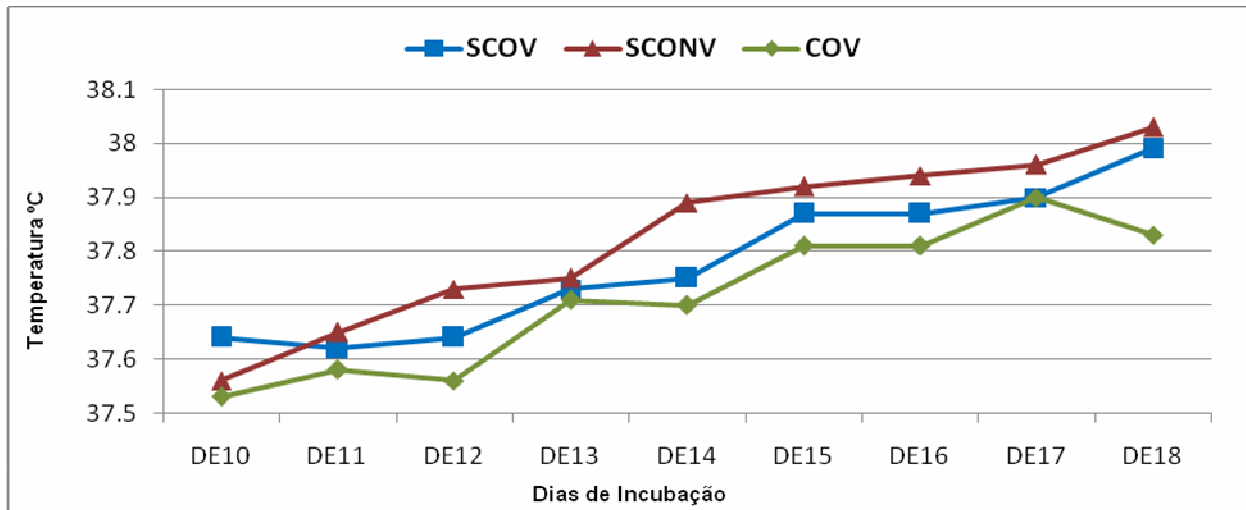


Figura 08. Monitoramento da temperatura da casca do ovo no período de 10 dias (DE10) até aos 18 dias (DE18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2

Os resultados de eclosão e qualidade dos neonatos são apresentados na Tabela 08.

A eclodibilidade dos ovos férteis foi estatisticamente superior para o grupo COV em relação aos grupos SCOV E SCONV ($p < 0,10$), diferente do ocorrido no EXP1, quando se registrou diferença significativa para $p < 0,05$. Considerou-se importante analisar o nível de significância a 10% já que a eclodibilidade é o principal fator que afeta a rentabilidade do incubatório.

Tabela 08. Eclosão e qualidade dos neonatos obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2

Características	SCOV	SCONV	COV	CV
Peso dos ovos , g	69,41±0,05	69,44±0,04	69,41±0,05	1,25
Eclosão sobre os férteis, %	87,51±1,23 ^b	89,46±0,78 ^{ab}	90,82±0,42 ^a	5,44
Perda de umidade, %	10,08±0,09 ^A	11,17±0,12 ^B	11,26±0,11 ^B	17,38
Peso do neonato, g	49,40±0,09 ^A	48,86±0,09 ^B	49,18±0,09 ^A	3,22
Índice peso do neonato relativo ao peso do ovo, %	71,19±0,12 ^A	70,38±0,13 ^B	70,85±0,12 ^A	3,07
Comprimento do neonato, cm	18,48±0,03 ^C	18,72±0,03 ^A	18,59±0,03 ^B	2,77
Peso do resíduo vitelino, g	6,06±0,10 ^A	5,44±0,08 ^B	5,89±0,09 ^A	21,74
Índice relativo do peso do resíduo vitelino em relação ao peso do neonato, %	12,26±0,20 ^A	11,14±0,17 ^B	11,99±0,17 ^A	20,76
Peso do neonato sem o resíduo vitelino, g	43,31±0,12	43,31±0,11	43,18±0,11	3,63
Índice relativo do peso do neonato sem o resíduo vitelino em relação ao peso do ovo, %	62,40±0,17	62,37±0,16	62,27±0,15	3,57
Índice relativo do peso do neonato sem o resíduo vitelino em relação ao peso do neonato, %	87,72±0,20 ^B	88,84±0,17 ^A	88,01±0,17 ^B	2,83

Letras maiúsculas distintas (A,B,C) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,05$), e letras minúsculas na linha (a,b,c) indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,10$).

Os pesos dos pintainhos de um dia (Tabela 08) não foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos COV e SCOV, com médias de 49,18±0,09 g; 49,40±0,09, respectivamente; ambos maiores que os resultados obtidos para os neonatos SCONV (48,86±0,09 g). Já, os pesos absolutos e relativos dos pintainhos sem vitelos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, o que pode ser atribuído ao índice relativo do vitelo dos pintos SCONV, menor ($p < 0,05$) do que observado para os provenientes do grupo controle (SCOV) e do grupo COV.

Na Tabela 09 e Figura 09 são apresentados os resultados que avaliam a qualidade do nascimento, através do registro do tempo médio da perfuração interna (PI), perfuração externa (PE) e nascimento (NASC). A perfuração da membrana interna na câmara de ar (PI) foi observada mais precocemente ($p < 0,05$) para os tratamentos SCOV e COV em relação à dos ovos do tratamento SCONV. O tempo médio de

perfuração externa continuou mais tardia para SCONV ($p < 0,05$) em relação ao tratamento SCOV, mas foi similar ao do grupo COV ($p < 0,05$). Entretanto, ao contrário do esperado, o tempo médio de nascimento dos pintainhos SCONV foi menor ($p < 0,05$) que SCOV e COV. Esse resultado indica que a melhor medida para avaliar a qualidade do nascimento não é o tempo médio da ocorrência, mas sim o período total da ocorrência de cada evento, principalmente a distribuição percentual de nascimento (janela de nascimento) que avalia o início e fim da eclosão. Nesse sentido, observa-se pela Figura 09, que a distribuição de nascimento do tratamento COV apresentou um pico mais acentuado um pouco mais tardio do que os demais tratamentos, mas o período total foi mais curto, indicativo de uma melhor janela de nascimento.

Os resultados de embriodiagnóstico são apresentados na Tabela 10. Por esse exame, observa-se que a fertilidade aparente foi significativamente maior nos grupos COV e SCONV em relação ao SCOV. O índice de fertilidade não está relacionado com o tratamento, uma vez que a fertilização ocorre no período em que o ovo está na cavidade ovidutal. Entretanto, considerando-se que a mortalidade embrionária muito precoce (nas primeiras 6 a 12 horas de incubação artificial) pode ser confundida com infertilidade (GONZALES, 2009), o resultado é indicativo de que a maior exposição do embrião ao CO_2 não foi letal e, ao contrário, foi benéfica.

O melhor resultado de eclodibilidade registrado para o tratamento COV neste experimento (Tabela 08) pode ser atribuído à incidência menor de mortalidade ($p < 0,10$) embrionária DE18 a DE21, isto é durante o processo de eclosão, como constatado pelo embriodiagnóstico (Tabela 10), consistente com o obtido no EXP1. Ainda, relacionado com esse item observou-se um menor percentual de embriões mortos com posição incorreta no tratamento COV, sendo significativo ($p < 0,10$) frente aos outros grupos, isto é um indicativo de que há uma maior atividade embrionária. Ainda, houve um maior percentual de pintos de segunda qualidade no tratamento padrão (SCOV), sendo significativo ($p < 0,05$), entre os outros tratamentos (COV, SCONV) à semelhança do que ocorreu no EXP1.

Tabela 09. Período médio e duração (h) de ocorrência de perfurações internas,

perfurações externas e eclosão de ovos submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2

CARACTERÍSTICAS	SCOV	SCONV	COV	CV
Perfuração interna na membrana, h (PI)	454,79±0,24 ^B	456,89±0,28 ^A	455,23±0,26 ^B	1,00
Perfuração externa da casca, h (PE)	468,67±0,31 ^B	470,08±0,41 ^A	471,02±0,35 ^A	1,32
Nascimento dos Neonatos, h (NASC)	485,20±0,31 ^A	483,39±0,34 ^B	485,39±0,28 ^A	1,10
Duração do PI, h (DPI)	13,88±0,37 ^B	13,19±0,38 ^B	15,79±0,41 ^A	4,10
Duração do PE, h (DPE)	16,53±0,31 ^A	13,30±0,33 ^C	14,37±0,34 ^B	3,31
Duração do NASC, h (DNASC)	30,41±0,41 ^A	26,50±0,43 ^B	30,17±0,39 ^A	2,74

Letras maiúsculas distintas (A,B,C) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK (p<0,05).

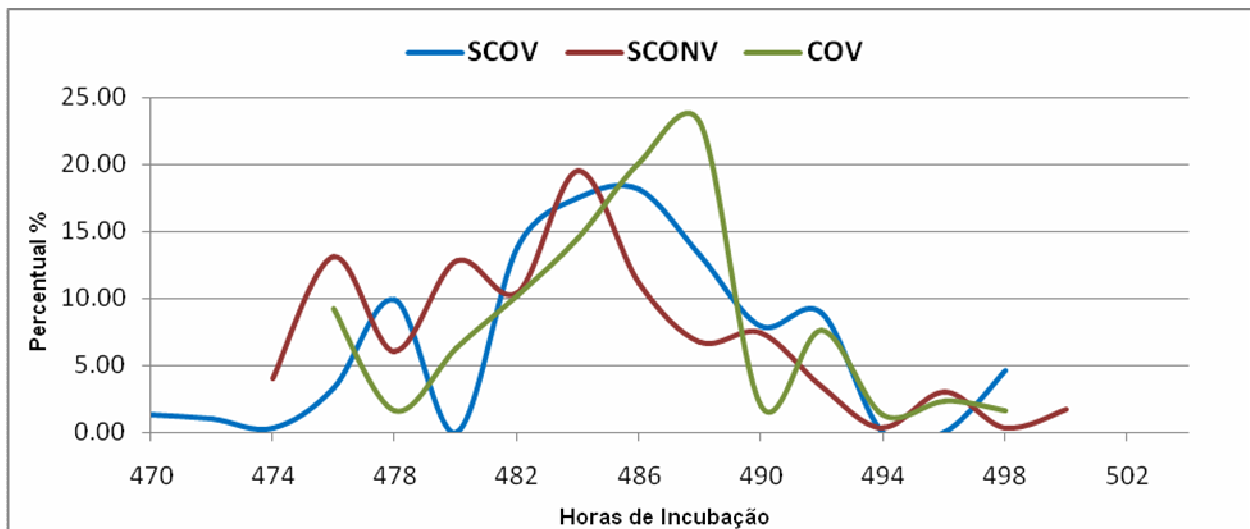


Figura 09. Percentual de dispersão do nascimento obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2

Tabela 10. Resultados do embriodiagnóstico da incubação de ovos embrionados submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2

Características	SCOV	SCONV	COV	CV
Fertilidade	94,88±0,31 ^b	96,22±0,30 ^a	96,08±0,27 ^a	1,69
Pintos de segunda qualidade ¹	0,66±0,12 ^A	0,29±0,12 ^B	0,47±0,10 ^{A^B}	1,75
Mortalidade embrionária 0-4 d ¹	2,32±0,27	2,54±2,28	2,21±0,22	1,51
Mortalidade embrionária 5 a 17 ¹ d	2,23±0,32	2,07±0,21	2,33±0,19	1,70
Mortalidade embrionária 18 a 21 d ¹	4,99±0,94	3,52±0,49	2,38±0,27	2,12
Mortalidade embrionária 18 a 21 d com embriões em posição incorreta ¹	3,56±0,79 ^a	2,57±0,39 ^{ab}	1,56±0,22 ^b	2,29

Letras maiúsculas (A,B,) ou minúsculas (a,b) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK para $p < 0,05$ e $p < 0,10$, respectivamente. ¹O % de pintos de segunda qualidade e mortalidades embrionárias foram transformados em arco seno $ASEN(RAIZ(\%/500)+0,05)^{0,5}$ antes da ANOVA.

Quanto à qualidade dos neonatos (Tabela 11), nos três grupos registraram-se maiores incidências de pintainhos com notas entre 96 e 100, indicativas de que independente dos tratamentos adotados a incubação atingiu resultados compatíveis com os observados em incubatórios comerciais. Os resultados apontam para a mesma tendência (não estatisticamente significativa) verificada no EXP1, observando-se maiores percentuais de escores abaixo de 70 dos pintainhos SCONV.

Tabela 11. Resultados em percentuais da avaliação da qualidade dos neonatos quando obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação. EXP2

Característica	SCOV	SCONV	COV
Grupo 1 (menor que 70)	0,3	1,7	0,9
Grupo 2 (71 a 75)	2,3	1,7	0,9
Grupo 3 (76-80)	1,6	2,7	4,2
Grupo 4 (81-85)	5,6	3,7	1,9
Grupo 5 (86-90)	19,3	8,5	14,3
Grupo 6 (91-95)	27,2	29,9	24,3
Grupo 7 (96 a 100)	43,6	51,7	53,2

No que diz respeito aos parâmetros sanguíneos (Tabela 12), dos itens analisados somente os valores médios de MCV (DE13 À DE21), RBC (DE21), HCT (DE21) e HGB (DE21), sendo menores para o grupo COV em relação ao SCOV. Ainda, o grupo COV teve resultados menores de RBC (DE21), HCT (DE21) e HGB (DE21).

Tabela 12. Resultados hematológicos médios de pintainhos de 01 dia originados de ovos incubados em ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, sem adição de CO₂ e não ventilado (SCONV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 8000ppm e ventilado (COV) durante a fase inicial de incubação. EXP2

Característica	SCOV	SCONV	COV	CV
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE13- DE21)	1,98±0,13	2,17±0,13	2,06±0,13	63,12
HCT – média, % (DE13-DE21)	18,23±1,09	20,04±1,14	18,75±1,11	61,57
MCV - µm ³ (DE13-DE21)	94,62±0,70 ^A	93,20±0,65 ^{AB}	92,40±0,54 ^B	6,66
HGB – g/dl (DE13-DE21)	11,59±0,80	12,27±0,73	11,75±0,70	67,16
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE13)	0,87±0,18	1,27±0,13	0,73±0,10	88,81
HCT – média, % (DE13)	8,61±1,81	12,40±1,32	6,80±0,94	90,02
MCV - µm ³ (DE13)	98,48±1,16	96,14±0,95	94,79±1,52	7,48
HGB – g/dl (DE13)	5,93±1,98	6,59±0,64	3,80±0,45	142,71
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE16)	0,93±0,11	1,19±0,13	0,95±0,13	61,52
HCT – média, % (DE16)	8,93±1,00	11,18±1,23	9,08±1,30	62,13
MCV - µm ³ (DE16)	96,14±1,42	93,76±0,73	95,11±0,86	6,34
HGB – g/dl (DE16)	4,53±0,44	5,87±0,60	5,18±0,68	54,52
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE19)	2,87±0,21	3,31±0,15	3,42±0,21	35,87
HCT – média, % (DE19)	27,17±1,74	31,79±1,46	32,08±2,16	35,81
MCV - µm ³ (DE19)	96,54±1,37	96,00±0,70	93,17±0,66	6,03
HGB – g/dl (DE19)	16,27±0,91	18,55±0,59	18,42±0,74	24,99
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE21)	3,62±0,10	3,39±0,18	2,96±0,15	18,53
HCT – média, % (DE21)	31,55±0,80	28,68±1,21	25,39±0,86	16,30
MCV - µm ³ (DE21)	87,22±0,43	85,27±1,87	88,01±0,50	5,01
HGB – g/dl (DE21)	23,10±0,49	21,06±0,71	18,33±0,36	12,18

Letras maiúsculas distintas (A,B) na linha indicam diferenças significativas para SNK (p<0,05)

DISCUSSÃO

O simples manejo da incubadora com o fechamento do sistema “damper” não foi suficiente para elevar a concentração de CO₂ ao nível reportado pelos autores (0,8%), tanto no EXP1 quanto no EXP2. Somente após 4 ou 5 dias de incubação, os embriões começam a eliminar quantidades significativas de CO₂ que poderiam atingir níveis iguais ou superiores aos 8000ppm se o sistema pudesse ser totalmente vedado, como o reportado por outros autores (DE SMIT et al, 2006, 2008; TONA et al, 2006). Entretanto, neste estudo a concentração de CO₂ da máquina mantida com o “damper” fechado (SCONV) foi baixa, apesar de seu valor ser o dobro ao da máquina com o manejo padrão (SCOV), demonstrando que pode ter havido escape de ar e, portanto do gás, mesmo quando se tentou uma oclusão completa do sistema de abertura.

Como o simples manejo do sistema de abertura das máquinas não possibilita que se efetue uma exposição conhecida e controlada de CO₂, o mais provável é a obtenção de resultados inconsistentes de incubação, situação não desejável para o controle de qualidade de um incubatório industrial. Assim, se a máquina de incubação for similar a utilizada neste estudo, somente será possível conseguir níveis altos e controlados de CO₂ se o gás for injetado no sistema.

A gravidade específica dos ovos apresenta uma relação direta com permeabilidade da casca, podendo ser utilizada como método indireto na determinação de sua qualidade. Para matrizes pesadas com aproximadamente 50 semanas de idade, o valor recomendado está entre 1,080 e 1,085 para a obtenção do maior número de pintos viáveis (ROQUE & SOARES,1994). Esses valores são superiores aos obtidos para os ovos incubados neste estudo, tanto no EXP1 quanto no EXP2 (1,073 e 1,076, respectivamente), o que poderia implicar em alteração da condutividade da casca para os gases e o vapor d'água com prejuízo sobre a eclodibilidade e qualidade dos neonatos. Mas, apesar da constatação de gravidade específica abaixo do recomendado para os ovos utilizados nestes experimentos, os resultados de eclodibilidade (Tabelas 03 e 08) foram superiores ao padrão sugerido da linhagem para matrizes com 54 semanas de idade (MANUAL COBB 500, 2008). O manejo adequado das condições de

temperatura e umidade da incubadora, com controle monitorado dos parâmetros foi um fator decisivo para que esses resultados fossem alcançados, independente da qualidade da casca do ovo.

Quanto maior o ovo e o peso relativo da gema, maior será o pintinho (MEIJERHOF, 2010). Mas, o peso do neonato não é somente o resultado de sua massa corporal, depende também da quantidade de resíduo vitelino presente e do seu estado de hidratação (TONA, 2004; MEIJERHOF, 2010). O tempo que o pinto permanece na incubadora depois da eclosão condiciona o seu estado de hidratação e o consumo do resíduo vitelino. Além disso, a perda de peso do ovo durante a incubação pode afetar o estado de hidratação do pintainho o que também influencia o seu peso após a eclosão (HILL, 2001; MEIJERHOF, 2010). Assim, para comparar pesos de neonatos entre distintos tratamentos é necessário analisar, entre outras características, o peso do ovo, o peso do pintainho sem o vitelo e o tempo total de incubação. No presente experimento, os pesos médios dos ovos de cada tratamento foram similares, mas não os pesos dos resíduos vitelino dos pintos recém eclodidos (Tabela 03), diferentes entre os tratamentos. Esses resultados demonstram que os pintainhos do tratamento SCONV consumiram mais rapidamente o vitelo, talvez porque tiveram um desenvolvimento maior ou porque o processo de eclosão (PI, PE, NASC) foi antecipado neste tratamento, em relação aos demais grupos (Tabela 04).

Os resultados de eclodibilidade obtido nos dois experimentos foram os mais expressivos, demonstrando consistentemente a melhora desse índice (2,34 pontos percentuais no EXP1 e 3,31 no EXP2, para $p < 0,05$ e $p < 0,10$, respectivamente, quando os embriões EXP1 a EXP2 foram expostos à exposição controlada e gradativa de 7000 e 8000ppm de CO_2 . Esses resultados são coerentes com os observados por DE SMIT et al (2006, 2008), TONA et al (2006) e EVERAERT et al (2007) com a exposição dos embriões a altos teores de CO_2 em níveis até superiores aos aqui utilizados, com a diferença de que o gás não foi injetado, mas sim acumulado no sistema e originado do metabolismo embrionário. DE SMIT et al (2006) e BRUGGEMAN et al (2008) reportaram que o ambiente com níveis mais elevados de CO_2 determina redução no pH do albúmen, induzindo o nascimento mais precoce desses embriões e o aumento da

eclodibilidade, como observado neste ensaio. Esse fato pode explicar em parte porque no EXP2 o percentual de eclosão da máquina não ventilada alcançou níveis semelhantes ($p > 0,05$) ao do tratamento com adição de CO_2 em máquina ventilada. Presume-se que uma pequena alteração do pH possa, mesmo que causada por um nível de CO_2 bem abaixo do registrado para o grupo COV. Entretanto, não foi testado neste ensaio se houve alteração do pH do albúmen, condição que deve ser mais bem estudada em próximos experimentos.

Como já mencionado, o tamanho do ovo, do peso relativo da gema, da temperatura e umidade do sistema além da genética condicionam o desenvolvimento embrionário e, portanto, o seu metabolismo e, por consequência a eliminação de CO_2 para o ambiente. Isso significa que dizer que nem sempre os resultados benéfico da exposição dos embriões a altos níveis de CO_2 serão satisfatórios, já que os sistemas que dependem somente da eliminação do gás como resultado do metabolismo embrionário, mesmo os perfeitamente vedados, podem resultar em concentrações não adequadas de CO_2 . Esse fato foi bem documentado neste ensaio: a eclodibilidade do tratamento com sistema fechado (SCONV) no EXP2, quando se conseguiu pouco mais de 1000ppm no DE10 de incubação foi numericamente superior à do grupo controle (SCOV), diferente do observado no EXP1, com resultados bem semelhantes. Mas, com a adição controlada de CO_2 , tanto no EXP1 (7000ppm) quanto no EXP2 (8000ppm) obteve-se melhora significativa e consistente da eclodibilidade.

O comprimento do pintainho recém nascido, segundo HILL (2006), pode indicar o maior ou menor desenvolvimento do embrião porque discrimina os fatores que afetam o estado de hidratação e o consumo do resíduo vitelino. Assim, maior comprimento de neonato indicaria a maior transformação do material nutritivo (vitelo) em massa corporal e, portanto, desenvolvimento maior do embrião em um mesmo tempo de incubação. Com base nessa premissa, pode-se concluir que a maior exposição dos embriões ao CO_2 (grupo COV) atrasou o desenvolvimento, obtendo-se pintinhos mais curtos e menos pesados (sem vitelo) do que aqueles originados do grupo SCOV (manejo padrão) nos dois experimentos. Esses resultados são diferentes dos observados por outros autores (BUYS et al, 2008; TONA, 2003) que reportaram maior desenvolvimento

quando os embriões foram submetidos a níveis altos de CO₂ na fase inicial de incubação. Entretanto, como esse menor desenvolvimento não foi coerente com os resultados do peso de embrião DE11 até DE18 obtidos por amostragens nos dois experimentos, considerou-se que pode ter ocorrido algum problema metodológico na medida de comprimento do neonato que deve ser mais bem analisada em ensaios posteriores.

A variação a maior no tempo de nascimento tendem a proporcionar pior qualidade do pintainho, atribuindo-se à desidratação, o fato que mais influencia negativamente a qualidade e o desempenho pós eclosão do frango de corte, fato esse já relatado por CASTEEL et al (1994) e mais tarde por DECUYPERE & BRUGGEMAN (2007). Em relação a esses fatores, os resultados indicaram efeito negativo da alta exposição precoce do gás somente e quando não houve ventilação (SCONV). Isso porque esse tratamento, nos dois experimentos, apresentou maiores frequências de escores inferiores a 70 e menores de escores superiores a 95, em relação aos tratamentos COV e SCOV.

O aumento da temperatura do ambiente durante a incubação acelera o desenvolvimento embrionário, mas resulta em maior demanda por nutrientes porque o embrião produz mais calor, afetando todo o processo de manutenção e crescimento. Caso a demanda por alguns nutrientes não seja atendida, o processo de conversão do conteúdo do ovo em embrião e posteriormente em um pinto não será ideal e resultará em redução da eclodibilidade e piora da qualidade do pintainho. Como relatado por GUALHANONE (2002), a temperatura do embrião é o resultado do equilíbrio entre a produção de calor do embrião e a transferência de calor entre a casca e o ambiente. Sabe-se que a temperatura embrionária ideal para o correto desenvolvimento de órgãos e sistemas situa-se na faixa entre 37,78°C e 38,06°C e não deve ser menor ou maior que esses valores em todo período de incubação (MEIJERHOF, 1992, 2005, 2008, LOURENS, et al, 2005, 2006; BOERJAN, 2006). As temperaturas da casca observadas a partir do DE10 até DE18 (Figura 04) sempre estiveram em um patamar superior quando os embriões foram expostos a níveis mais altos de CO₂, nos grupos ventilados (COV) e principalmente não ventilados (SCONV). Esses resultados poderiam indicar

que os embriões desses grupos e nas fases consideradas (depois da exposição alta ao CO₂) eram mais desenvolvidos, porque produziram mais calor. Entretanto, como comentado anteriormente, o comprimento e o peso dos pintainhos sem vitelo dos grupos COV E SCONV foram inferiores daqueles do grupo controle SCOV.

Era esperado que os embriões dos tratamentos COV e SCONV adiantassem o início da perfuração interna da câmara de ar, como citado por DE SMIT, (2006, 2008) que obteve resultados com a PI de embriões expostos a altas concentrações de CO₂ no início da incubação, ocorrendo 6 horas mais cedo que o grupo controle. Apesar das variações das médias horárias de ocorrência desses processos (PI, PE, NASC) entre os tratamentos, o período total de NASC, representado pelo momento em se deu o primeiro evento até o último foi menor para os ovos COV, em relação ao grupo SCOV e SCONV nos dois experimentos. Como consequência, as curvas de dispersão dos nascimentos dos pintainhos desse tratamento foram mais pronunciadas (Figuras 05 e 09), principalmente no EXP2 e mais estreita (nos dois experimentos), isto é, tiveram uma janela de nascimento melhor, Prova disso é que nos dois experimentos a totalidade da eclosão dos pintainhos COV ocorreu antes das 499 horas, não superior a 24 horas de dispersão, enquanto que dos demais tratamentos se deu em prazo superior a 500 horas entre 26 à 31 horas.

Segundo relatos anteriores, a hipóxia relativa do embrião em seu início de desenvolvimento propiciaria um melhor desenvolvimento do sistema circulatório, resultando em aumento do número de hemácias, do hematócrito e do nível de hemoglobina e melhor desenvolvimento embrionário (BUYS, et al, 2008; MEIJERHOF, 2008). Entretanto, não foi o que ocorreu no EXP2 que indicaram que pode ter ocorrido um efeito final (DE21) negativo da alta concentração de CO₂ entre DE1 e DE10 sobre o número de eritrócitos, influenciando os resultados de HCT e quantidade de HGB. No EXP1 (adição de até 7000ppm), observou-se valores similares entre os grupos COV e SCOV. Essa diferença de respostas entre o EXP1 e EXP2 demonstra que mais ensaios são necessários para se estabelecer se a melhor eclodibilidade e qualidade dos pintainhos submetidos a altas concentrações de CO₂ pode de fato ser atribuída a um melhor desenvolvimento da angiogênese.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que a exposição controlada e gradativa de até 7000 e 8000ppm de CO₂ de embriões de matrizes pesadas nos dez primeiros dias de incubação propicia melhor eclodibilidade, diminuindo a mortalidade embrionária na fase de eclosão e antecipando o nascimento sem prejuízo da qualidade dos neonatos. Entretanto, não foi possível se estabelecer uma condição de causa-efeito, isto é, alteração hematológica e maior eclodibilidade, porque os resultados de parâmetros sanguíneos foram inconsistentes e, por isso, considerados não conclusivos.

CAPITULO 4 – RESULTADOS DE INCUBAÇÃO E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE FRANGOS DE CORTE OBTIDOS DE EMBRIÕES SUBMETIDOS A AMBIENTE COM 1% DE CO₂ NOS DEZ PRIMEIROS DIAS DE DESENVOLVIMENTO

RESUMO – Para este ensaio, as atmosferas de três incubadoras foram controladas, constituindo cada uma um tratamento: T1 - sem adição de CO₂ e ventilação – SCOV (padrão); T2 - com adição de CO₂ e não ventilada – CONV; T3 - adição de CO₂ e ventilada - COV. Nos T2 e T3, o nível de CO₂ foi aumentado até 10000ppm do primeiro (DE1) ao décimo (DE10) dia da incubação. Em cada máquina foram incubados 4046 ovos em 28 bandejas, constituindo um experimento em DIC com três tratamentos e 28 repetições. Do nascimento, 3000 pintos foram alojados em DIC com três tratamentos, 20 repetições de 50 aves para a avaliação de desempenho do frango. A eclosão foi maior ($p < 0,05$) nos grupos CONV (90,73%) e COV (92,03%) em relação a SCOV (87,52%), como resultado do menor percentual de mortes embrionária em COV e CONV. O alto teor de CO₂ entre DE1 e DE10 afetou o tempo de nascimento, menor nos grupos CONV (28,45 h) e COV (29,13h) do que em SCOV (30,22h) sem prejuízo da qualidade do neonato. Apesar de não significativo, aos 42 d os frangos CONV e COV pesaram 14 e 27 g mais, respectivamente, do que os SCOV. A mortalidade foi menor ($p < 0,05$) em COV do que em CONV e SCOV, como resposta à menor ocorrência de mortes por ascite. Quando houve exposição a altos níveis de CO₂, os parâmetros de sangue relacionados com os eritrócitos foram maiores no embrião e neonatos, mas não nos frangos. O rendimento de carcaça não foi diferente entre os tratamentos. Os resultados obtidos permitem concluir que a exposição controlada e gradativa de CO₂ até 10000ppm no período DE1 a DE10, principalmente em ambiente ventilado, determina melhora significativa de eclosão e influencia positivamente a saúde dos frangos.

Palavras chaves: desempenho, eclodibilidade, frango de corte, gás carbônico, parâmetros sanguíneos, rendimento de carcaça.

CHAPTER 4 – HATCHING AND PERFORMANCE RESULTS OF BROILERS FROM EMBRYOS SUBJECTED TO GRADATIVE HIGH CO₂ ATMOSPHERE UP TO TEN DAYS OF DEVELOPMENT.

SUMMARY- The atmosphere of three incubators was monitored to perform an assay with three treatments as following: T1) without CO₂ injection and ventilated (standard – SCOV); T2) with CO₂ injection and no ventilated (CONV); T3) with CO₂ injection and ventilated (COV). CO₂ levels on T2 and T3 were gradually increased up to 10000 ppm from day one (ED1) to day 10 (ED10) of embryo development. Each machine received 4046 eggs distributed on 28 trays according to a totally randomized design (CRD) with three treatments and 28 replicates. After hatching, 3000 chicks were distributed in a TRD, with three treatments, and 20 replicates of 50 birds. CONV (90.73%) and COV (92.03%) percentage hatchability were higher than SCOV (87.52%) as a consequence of lower embryonic mortalities ($p < 0.05$) observed on COV and CONV groups. High CO₂ exposition of embryos from DE1 to DE10 affected hatching time, lower for CONV (28.45 h) and COV (29.13h) groups than SCOV (30.22h) ones without any negative influence on neonate qualities. Although not significant ($p > 0.05$), 42-d-old CONV and COV broilers were 14 and 27g heavier, respectively, than SCOV. Incidence of mortality was lower ($p < 0.05$) for COV than CONV and SCOV treatments as a consequence of lower death due to ascites on the first treatment. When subjected to high CO₂ levels, blood parameters related to blood cells were higher for embryos and neonates, but not for broilers. Carcass yields among treatments were not different statistically ($p < 0.05$). Obtained results indicated that gradual and controlled CO₂ exposition up to 10000 ppm from ED1 to ED10 mainly on ventilated condition increases significantly hatching results and improve broiler health.

Keywords: blood parameters, broiler, carbonic gas, carcass yield, hatchability, performance.

INTRODUÇÃO

Se somado o período de incubação, pode-se considerar que a produção do frango de corte moderno tem um período total de 64 dias: um dia no útero materno; 21 dias de incubação e 42 dias de criação. Isto significa dizer que 34,4% da vida útil do frango correspondem ao de desenvolvimento embrionário. Há pouco tempo, pois, para que os processos fisiológicos adaptativos durante a vida pós eclosão suplantem os efeitos de um desenvolvimento embrionário inadequado. Por isso tem-se estudado com muita ênfase a influência dos processos de incubação sobre o desempenho do frango de corte.

Durante a incubação o embrião experimenta períodos de hipóxia necessários e importantes. Na natureza, concentrações de CO₂ de até 1% (10000ppm) foram medidas no ninho de galinha contra uma concentração do ar ambiente de 0,03% desse gás em condições de incubação artificial. Estudos anteriores a este, relatados no Capítulo 3 da dissertação, indicaram que o aumento gradual de até 8000ppm de CO₂ no ambiente de incubação com renovação de ar do primeiro (DE1) ao décimo dia (DE10) de desenvolvimento embrionário propicia melhor eclodibilidade sem afetar a qualidade do neonato. Outros autores também observaram melhor eclodibilidade quando o nível de CO₂ foi aumentado em até 15000ppm na mesma fase inicial de desenvolvimento embrionário, porém em sistemas fechados de incubação, isto é, sem renovação de ar (DE SMIT et al, 2006). Porém, permanece a dúvida como é a resposta do embrião DE1 a DE10 aos níveis altos de exposição de CO₂ com e sem de renovação de ar no período e se o possível benefício sobre a eclodibilidade repercutirá também sobre o desempenho final do frango de corte.

Sabe-se que se a hipóxia pré-natal no terço inicial da incubação for severa poderá haver repercussões no desenvolvimento vascular do pintainho, induzindo uma hipertrofia do coração (VILLAMOR et al, 2004) e da aorta (ROUWET et al, 2002). Além disso, as linhagens modernas para a produção de frangos de corte tem um sistema cardiovascular muito sensível que em condições ambientais subótimas após a eclosão podem evoluir em problemas cardiovasculares e pulmonares, como as mortes pela

síndrome de morte súbita (SMS) e ascítica (SA), como mencionado por GONZALES et al (1998). Deste modo, embriões submetidos à hipóxia severa durante a incubação podem ser predispostos ao desenvolvimento de síndrome ascítica durante o decorrer da vida pós eclosão. Entretanto, a hipóxia não severa e controlada durante o desenvolvimento inicial de incubação é considerada benéfica, já que determinaria um melhor desenvolvimento do sistema circulatório em um período de intensa multiplicação e diferenciação celular do embrião BUYS et al (1998), comentam que poderá melhorar a sobrevivência do frango de corte sujeitos às síndromes de morte súbita (SMS) e ascítica (SA).

A mortalidade devido a SMS e SA em frangos de corte criados sob condições excelentes de manejo se constitui ainda um problema, com efeito negativo sobre a produtividade e bem-estar das aves, apesar de não tão intenso como o relatado na década de 90 (GONZALES et al, 1994; 1998; MAXWELL e ROBERTSON, 1997). A comunidade científica tem trabalhado muito para elucidar os eventos fisiopatológicos desses distúrbios metabólicos, mas as causas primárias que induzem essas síndromes não foram ainda identificadas. Segundo esses autores, a ocorrência de SMS e SA poderia ser consequência das altas taxas metabólicas a que esses frangos de corte estão submetidos, agravada por uma suscetibilidade intrínseca dessas aves a uma condição de hipóxia celular na vida pós natal. Mas, de acordo com COLEMAN e COLEMAN (1991) essas síndromes podem ter sua origem durante o desenvolvimento embrionário por problemas relacionados com a oxigenação do sistema de incubação, ao qual se associa os fatores predisponentes ao desenvolvimento do quadro patológico como a precoce e intensa deposição muscular, a alta densidade nutricional das rações, ao uso de rações peletizadas, programas de alimentação *ad libitum*, programas de iluminação contínua e temperatura ambiental baixa (ONONIWU et al., 1979; JULIAN e BOWES, 1987; PEACOCK et al., 1990; GONZALES, 1992; COELLO et al., 1993a,b; GRASHORN, 1994, GONZALES et al, 1994, 1998).

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da exposição gradual de embriões de matrizes pesadas a 10000ppm de CO₂ do primeiro ao décimo dia de incubação sobre os resultados de eclodibilidade, qualidade dos neonatos, desempenho

zootécnico do frango de corte, incidência de SMS e SA, rendimento de carcaça e parâmetros sanguíneos do embrião, do neonato e do frango.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/UNESP – Campus de Jaboticabal no período de fevereiro a março de 2009. A criação dos pintainhos foi realizada na empresa Perdigão Agroindustrial S.A., no Centro de Tecnologia Avançado (CTA), localizado na cidade de Videira – SC, no período de março a abril de 2009 (final de verão e início do outono).

Incubação

Os materiais e métodos adotados para a incubação e avaliação da eclodibilidade, embriodiagnóstico, qualidade dos neonatos e demais parâmetros de incubação foram os mesmos relatados nos ensaios apresentados no Capítulo 3. Resumidamente, em cada máquina de incubação em estágio único foram incubadas 28 bandejas com 4046 ovos de matrizes pesadas Cobb-500 de 48 semanas de idade. As máquinas foram controladas através de um programa específico, denominado de supervisor, que realiza as mensurações para possíveis correções, quando necessário, de temperatura, umidade, ventilação, e viragem. As diferenças neste estudo em relação ao apresentado no capítulo anterior referem-se aos tratamentos alocados para cada máquina como segue:

- Incubadora 1 (SCOV): Sem adição CO_2 e ventilada, isto é, com renovação de ar em todo o período de incubação (Manejo padrão).
- Incubadora 2 (CONV): Com adição de CO_2 , aumentando-se gradativamente o nível do gás até atingir 10000 ppm do primeiro ao décimo dia de incubação e não ventilada, isto é, sem renovação de ar

durante esse período.

- Incubadora 3 (COV): aumentando-se gradativamente o nível do gás até atingir 10000 ppm do primeiro ao décimo dia de incubação e ventilada, isto é, com renovação de ar durante esse período.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente causalizados (incubadoras), com três tratamentos e (bandejas) repetições.

Do total dos nascidos, foram separados 3000 pintainhos (1500 machos e 1500 fêmeas) obtidos a partir dos três tratamentos de incubação, sendo 500 machos e 500 fêmeas de cada tratamento. Esses pintainhos foram transportados até a unidade de experimentação da empresa Perdigão em Videira, SC imediatamente após o processamento e alojados em período não superior a 26 horas do nascimento.

Desempenho dos frangos de corte

Os pintainhos obtidos na incubação foram alojados em 60 boxes, segundo um delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições de 50 aves cada uma (25 machos e 25 fêmeas), obedecendo a distribuição dos três tratamentos realizados na incubação.

Durante todo o período de criação, todas as aves receberam ração e água *ad libitum*. A ração oferecida foi de alta densidade nutricional, na forma farelada e formulada à base de milho e farelo de soja e enriquecida com óleo para propiciar máximo crescimento das aves, como um dos fatores predisponentes de ocorrência de doenças metabólicas (SMS e SA). O programa de alimentação foi dividido em 3 fases: Inicial:1 a 18 dias de idade; Crescimento:19 a 35 dias de idade; Final:36 a 42 dias (abate). A ração foi oferecida em comedouros tubulares manuais e a água em bebedouros tipo “nipple”. As composições e os níveis nutricionais das rações são apresentados na Tabela 01.

Durante o período de criação das aves, a temperatura do ambiente foi controlada, usando-se, quando necessário, campânulas a gás (GLP), para manter a

temperatura de conforto térmico de acordo com a idade, conforme demonstrada na Tabela 02. As aves foram mantidas em um esquema de iluminação de 23 h (natural + artificial) durante todo o período de criação de 42 dias.

Tabela 01. Composições e níveis nutricionais das rações inicial (1-18 dias); crescimento (19-35 dias) e final (36-42 dias).

COMPOSIÇÃO	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
EM, Kcal/Kg	3100	3200	3250
Proteína Bruta, %	21,00	20,00	19,00
Metionina, %	0,410	0,400	0,370
Metionina + cistina, %	0,800	0,750	0,700
Lisina, %	1,160	1,120	1,050
Cálcio, %	0,890	0,850	0,840
Fósforo disponível, %	0,420	0,400	0,400
Triptofano, %	0,200	0,190	0,180
Treonina, %	0,790	0,740	0,690
Arginina, %	1,260	1,170	1,080
Sódio, %	0,220	0,190	0,180
Cloro, %	0,200	0,200	0,200

Tabela 02. Demonstrativo de temperatura ambiental no alojamento.

DIAS	TEMPERATURA °C
1 – 4	30 – 32
5 – 8	28 – 30
9 – 12	26 – 28
13 – 15	24 – 28
16 – 19	23 – 27
20 – 22	22 – 26
23 – 24	21 – 26
25 – 26	20 – 26
27 – 28	19 – 26
29 – 31	18 – 25
32 – 42	17 – 25

Diariamente, o lote foi acompanhado para o controle do consumo de ração e mortalidade. Na chegada e aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias, as aves foram pesadas para

cálculos do peso inicial (PI), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB) e fator de produção (FP).

Além da mortalidade total, a incidência de mortalidade por SMS e SA foi registrada, realizando-se necropsias de todas as aves mortas para o diagnóstico presuntivo das síndromes. Para o diagnóstico de SMS foi utilizado o critério de caracterização macroscópica segundo GONZALES et al (2009), conforme apresentado na Tabela 03. O diagnóstico de SA é patognômico e foi caracterizado pelo aparecimento de fluido ascítico na cavidade abdominal ou no saco cardíaco, com dilatação ou não do ventrículo direito (GONZALES et al, 2009).

Tabela 03. Caracterização macroscópica de morte súbita:

CARACTERÍSTICA	SIM	NÃO
a) Bom desenvolvimento, peso igual ou superior à média do lote	X	
b) Trato gastrintestinal com alimento	X	
c) Coração dilatado, aurículas cheias de sangue	X	X
d) Vesícula biliar pequena ou vazia	X	
e) Fígado congesto	X	X
f) Pulmão congesto/com edema	X	X
g) Encontro da ave em decúbito dorsal	X	X
h) Ausência de lesões por outras causas	X	

Fonte: GONZALES et al (2009).

Aos 40 dias de idade das aves foi realizada a colheita de sangue, obtendo-se 90 amostras de sangue, 30 por tratamento. Cerca de 2 mL de sangue foi coletado da veia da asa e transferido delicadamente pela parede de um frasco que continha heparina (15µL/1mL de sangue). As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e encaminhadas para análises de hematócrito (HCT%), número total de hemácias (RBC10⁶/mm³), volume celular médio (MCV µm³) e taxas de hemoglobina (HGB g/dL) realizadas pelo no laboratório Vida Ativa, localizado na cidade de Videira - SC, através do método usual de contagem de células.

Ao término do período experimental, foram sacrificadas 2 aves por box no 41º dia e 3 aves por box no 42º dia, totalizando 300 aves de peso corporal igual ($\pm 10\%$) à média do box, para análise do rendimento de carcaça, de peito e coxa, e também de órgãos, tais como, coração, fígado e pulmão. Esta avaliação foi realizada no próprio CTA que possui um abatedouro completo e manual.

Para o procedimento de abate, aos 41 dias de idade as aves foram colocadas em caixas próprias de transporte e pesadas em balança da marca Trentin, modelo indicator BT, para a averiguação do peso médio do box. Posteriormente as aves foram pesadas individualmente em balança digital da marca VEIT, modelo BAK 1 e colocadas em um box específico com seu respectivo número, através de uma anilha numerada colocada em uma das patas. Depois de completada a pesagem, as aves foram transportadas até o local do abate, sendo novamente pesadas, com a mesma balança.

Utilizando o método manual de abate, as aves sofreram o corte no pescoço e foram colocadas em funis de cabeça para baixo para a retirada do sangue, durante 3 a 5 minutos. Depois, foram colocadas em uma depenadeira com capacidade para 2 aves durante 3 minutos. A retirada das penas remanescentes e a separação da carcaça em seus componentes e órgãos foram realizadas em uma plataforma. A pesagem da carcaça, peito e coxas foram realizadas com o uso de uma balança da marca Trentin modelo RL-22 de até 5 kg. Os órgãos, coração, fígado e pulmão, foram pesados em balança da marca Marte modelo AS2000C de 2.000g com precisão de até 0,01g.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente causalizados, com três tratamentos 20 repetições de 50 aves para a avaliação do desempenho do frango.

RESULTADOS

Resultados de Incubação

A Figura 01 mostra a concentração de CO₂ no micro ambiente de cada máquina incubadora utilizada neste experimento. É possível observar que os tratamentos CONV e COV obtiveram os níveis desejados do gás (10000ppm) nos primeiros 10 dias de incubação, mantendo-se nessa concentração por dois dias consecutivos da incubação (DE9 e DE10). Por outro lado, a concentração do gás no tratamento SCOV não foi superior a 1500ppm de CO₂.

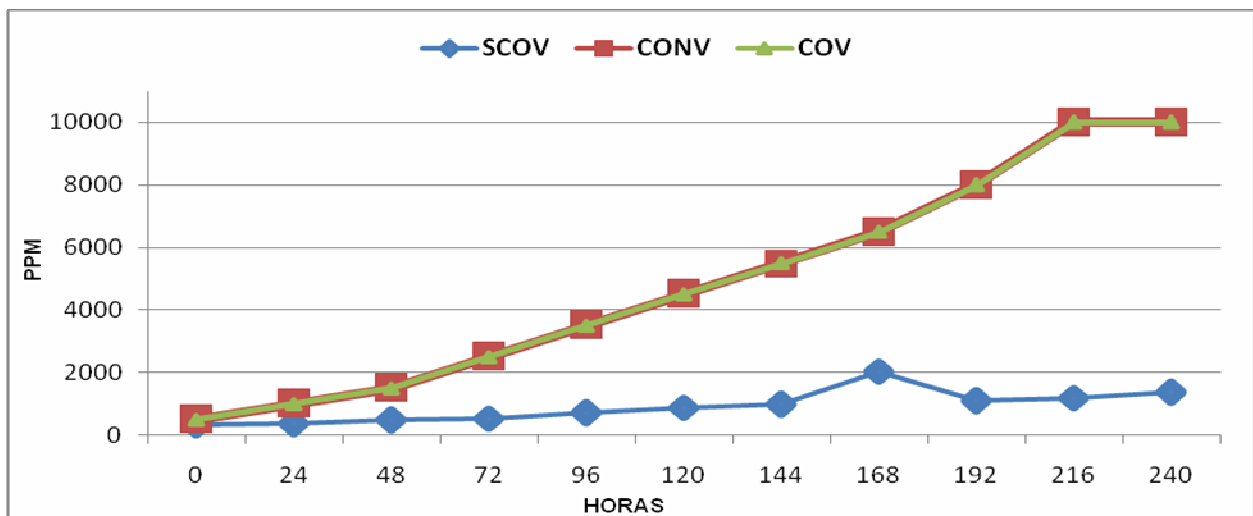


Figura 1. Monitoramento diário do incremento no nível do gás (CO₂) durante os primeiros dez dias de incubação, obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

O peso médio dos ovos incubados foi de 70,40g, sendo compatível com o observado para os da linhagem utilizada com 48 semanas de idade. A densidade dos ovos submetidos a incubação apresentou uma gravidade específica média de 1,077, o que não corresponde a um padrão esperado, acima de 1,080, para a linhagem na idade de 48 semanas.

Os resultados de eclosão e qualidade dos neonatos são apresentados na Tabela 04.

Os pesos dos recém nascidos não foram estatisticamente diferentes entre os tratamentos, com médias de $49,14 \pm 0,09$ g; $49,06 \pm 0,09$ g; $49,27 \pm 0,10$ g para os pintos SCOV, CONV, COV, respectivamente. Os pesos absolutos e relativos dos pintainhos sem vitelo foi maior no tratamento COV ($43,68 \pm 0,16$), seguido de SCOV ($43,54 \pm 0,13$) e CONV ($43,33 \pm 0,12$), não diferentes entre si. Estas ocorrências podem estar correlacionadas com a perda de peso durante a incubação, uma vez que os pintainhos podem ser mais pesados no primeiro dia de vida em função da menor perda de água durante a incubação, maior para o tratamento CONV ($11,97 \pm 0,11$) em relação ao grupo controle (SCOV) ($11,59 \pm 0,10$) e COV ($11,08 \pm 0,11$), também diferentes ($p < 0,05$) entre si.

Tabela 04. Eclosão e qualidade dos neonatos obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

Características	SCOV	CONV	COV	CV
Peso dos ovos, g	$70,38 \pm 0,05$	$70,38 \pm 0,05$	$70,42 \pm 0,05$	1,19
Eclosão sobre os férteis, %	$87,52 \pm 0,70^B$	$90,73 \pm 0,56^A$	$92,03 \pm 0,48^A$	3,24
Perda de umidade, %	$11,59 \pm 0,10^B$	$11,97 \pm 0,11^A$	$11,08 \pm 0,11^C$	16,07
Peso do Neonato, g	$49,14 \pm 0,09$	$49,06 \pm 0,09$	$49,27 \pm 0,10$	3,32
Índice peso do neonato relativo ao peso do ovo, %	$69,80 \pm 0,13$	$69,73 \pm 0,12$	$69,97 \pm 0,13$	3,17
Comprimento do Neonato, cm	$18,93 \pm 0,03^A$	$18,81 \pm 0,03^B$	$18,97 \pm 0,02^A$	2,52
Peso do resíduo Vitelíneo, g	$5,64 \pm 0,09$	$6,65 \pm 0,10$	$5,60 \pm 0,09$	23,17
Índice do peso do resíduo vitelino em relação ao peso do neonato, %	$11,45 \pm 0,18$	$11,51 \pm 0,20$	$11,36 \pm 0,24$	22,38
Peso do neonato sem o resíduo vitelino, g	$43,54 \pm 0,13$	$43,33 \pm 0,12$	$43,68 \pm 0,16$	3,90
Índice do peso do neonato sem o resíduo vitelino em relação ao peso do ovo, %	$61,79 \pm 0,14$	$61,58 \pm 0,16$	$62,04 \pm 0,23$	3,79
Índice do peso neonato sem o resíduo vitelino em relação ao peso do neonato, %	$88,55 \pm 0,18$	$88,50 \pm 0,20$	$88,64 \pm 0,24$	2,89
Peso do Coração	$0,40 \pm 0,02^B$	$0,42 \pm 0,00^A$	$0,39 \pm 0,00^B$	11,33
Peso do Fígado	$1,17 \pm 0,02$	$1,11 \pm 0,02$	$1,11 \pm 0,02$	9,31

Letras distintas (A,B,C) na mês linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Neste experimento observou-se uma maior perda de umidade durante a incubação para o tratamento CONV devido ao manejo da incubadora desse tratamento, o qual não permitia a abertura da máquina antes dos 10 dias de incubação. Por isso, não houve abastecimento de água no reservatório desta incubadora, resultando em UR aproximadamente 2,5% menor que a programada e obtida nas outras duas máquinas.

Apesar da maior perda de umidade dos embriões CONV, o peso do neonato com e sem vitelo dos embriões entre DE10 e DE18 foi numericamente maior, como demonstrado na Figura 2.

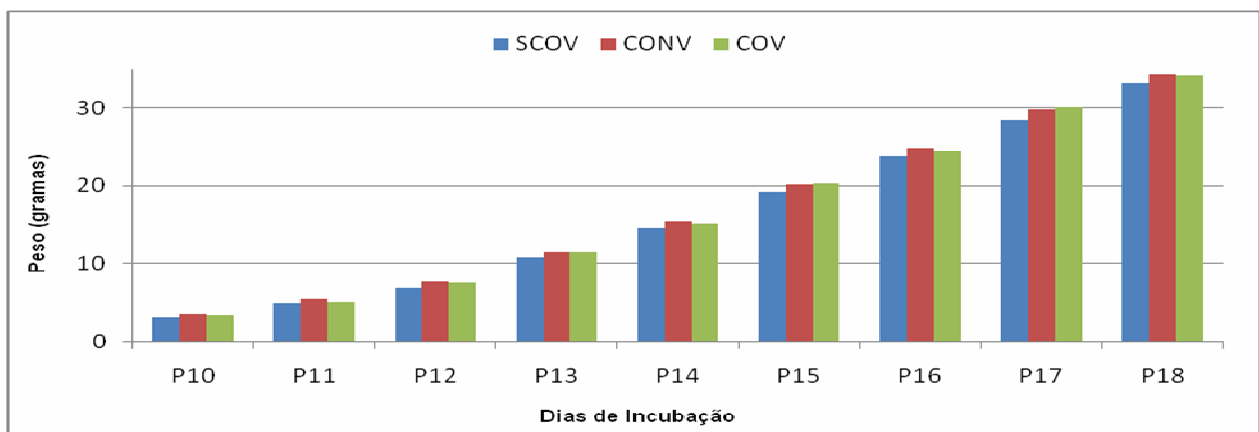


Figura 02. Monitoramento do peso do embrião nos 10 primeiros dias de incubação (DE10) até aos 18 dias (DE18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm, não ventilado (CONV) e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

A temperatura do embrião, medida através da temperatura da casca do ovo monitorada entre o DE10 e DE18, apresentada na Figura 03, foi relativamente igual entre os 3 tratamentos.

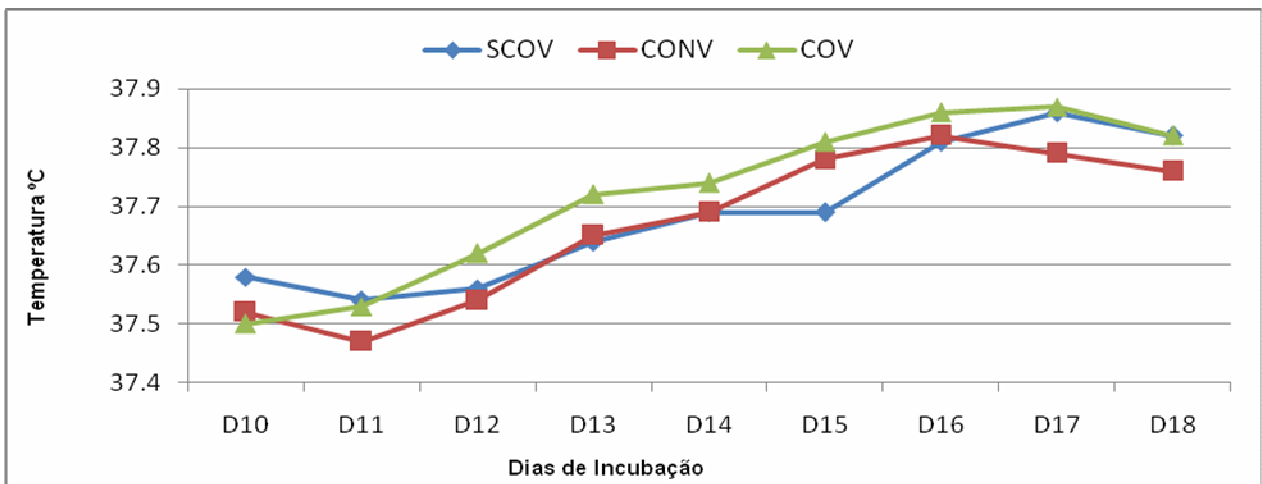


Figura 03. Monitoramento da temperatura da casca do ovo no período de 10 dias (D10) até aos 18 dias (D18), obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

Os resultados de tempo médio e duração dos processos de perfuração interna (PI), perfuração externa (PE) e nascimento (NASC) aparecem na Tabela 05. A PE e NASC foram mais curtas e precoces quando os embriões foram submetidos aos altos níveis de CO₂, em ambientes ventilados ou não ventilados. A dispersão de nascimento (janela) foi mais precoce (4 horas) para o grupo CONV em relação ao grupo SCOV. Entretanto, somente para o grupo COV teve uma dispersão de nascimento com um pico mais proeminente e com 8 h a menos que o controle SCOV, significando que apresentou a melhor janela de nascimento que, certamente, resultará em economia do processo e melhor qualidade do neonato.

O melhor resultado de eclodibilidade registrado para o tratamento COV neste experimento pode ser atribuído à menor incidência de mortalidade embrionária ($p < 0,05$) entre DE18 a DE21, isto é durante o processo de eclosão, como demonstrado pelo embriodiagnóstico (Tabela 06). Ainda, observou-se um menor percentual de embriões mortos com posição incorreta no tratamento COV, sendo indicativo provável de maior atividade embrionária neste tratamento.

Tabela 05 – Período e duração (h) de perfurações interna e externa e nascimento de embriões submetidos a ambiente sem adição de CO₂ e ventilado (SCOV), com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e ambiente não ventilado (CONV) e ventilado (COV) do 1 ao 10 dias de incubação.

CARACTERÍSTICAS	SCOV	CONV	COV	CV
Período médio de perfuração interna (PI), h	454,67±0,31 ^B	455,79±0,34 ^A	454,64±0,26 ^B	1,15
Período médio de perfuração externa (PE), h	468,89±0,34	469,51±0,35	468,91±0,30	1,21
Período médio de nascimento (NAS), h	484,33±0,33 ^A	484,24±0,29 ^{AB}	483,77±0,25 ^B	1,04
Duração do PI, h	14,23±0,43	13,71±0,39	14,27±0,37	4,69
Duração do PE, h	16,00±0,37 ^A	14,74±0,41 ^B	14,85±0,35 ^B	3,98
Duração do NAS, h	30,22±0,31 ^A	28,45±0,38 ^B	29,13±0,34 ^B	2,83

Letras distintas (A,B,C) na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,05$).

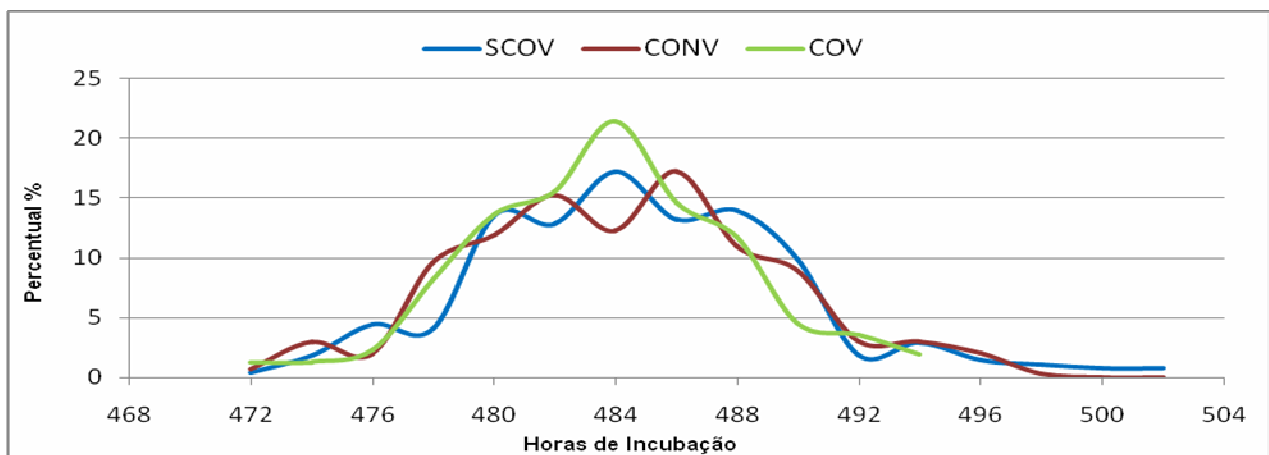


Figura 04. Dispersão do nascimento de embriões submetidos a ambiente sem adição de CO₂ e ventilado (SCOV) e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10.000ppm e não ventilado (CONV) e ventilado (COV).

Quanto à qualidade dos neonatos (Tabela 07), todos os pintainhos nascidos, independente do tratamento, apresentaram índices de qualidade excelentes, resultado indicativo de que a incubação atingiu resultados compatíveis com os que vêm sendo observados em incubatórios comerciais bem controlados.

No que diz respeito aos parâmetros sanguíneos (Tabela 08), dos itens analisados os valores médios de HCT (DE13 à DE21), MCV (DE13 à DE21), RBC, HCT E HGB (DE16), MCV (DE19) e HCT, MCV (DE21) foram maiores para o grupo COV e o tratamento CONV, exceto no HGB (DE16) e o MCV (DE19 e DE21). Estes 2 tratamentos apresentaram-se com níveis sanguíneos superiores (Tabela 08) ao tratamento padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado.

Tabela 06. Resultados da incubação de ovos embrionados obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

Características	SCOV	CONV	COV	CV
Fertilidade aparente, %	94,05±0,36	94,31±0,47	94,94±0,38	2,23
Pintos de segunda qualidade, %	2,75±0,38	2,12±0,36	1,86±0,28	3,19
Mortalidade embrionária 0-4 d, %	3,04±0,28 ^A	2,44±0,21 ^{AB}	2,08±0,23 ^B	1,84
Mortalidade embrionária 5-17 d, %	2,72±0,35	2,33±0,23	1,91±0,24	2,25
Mortalidade embrionária 18-21 d, %	2,98±0,28 ^A	1,54±0,23 ^B	1,44±0,14 ^B	1,39
Mortalidade embrionária 18-21 d com embriões em posição incorreta, %	2,92±0,27 ^A	1,43±0,23 ^B	1,14±0,15 ^B	2,20

Letras distintas (A,B) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK (p<0,05).

Tabela 07. Resultados em percentuais da avaliação da qualidade dos neonatos quando obtidos de embriões submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

Característica	SCOV	CONV	COV
Grupo 1 (menor que 70)	2,39	2,63	1,92
Grupo 2 (71 a 75)	4,09	2,96	1,92
Grupo 3 (76 a 80)	5,12	6,91	5,13
Grupo 4 (81 a 85)	9,21	1,97	6,09
Grupo 5 (86 a 90)	21,50	20,72	19,87
Grupo 6 (91 a 95)	24,57	31,25	29,17
Grupo 7 (96 a 100)	33,10	33,55	35,89

Resultado do desempenho dos frangos de corte

Os dados de desempenho (1 a 7), (1 a 14), (1 a 21), (1 a 28), (1 a 35) e o período total de criação (1 a 42 dias), bem como peso inicial (PMI), peso médio (PM), ganho de peso médio (GPM), conversão alimentar corrigida (CAC), viabilidade (VB) e fator de produção (FP) são mostrados na Tabela 09. Os dados de mortalidades (1 a 42) e as suas caracterizações na Tabela 10 e os resultados de rendimento de carcaça estão

demonstrados na Tabela 12, enquanto que os parâmetros sanguíneos foram apresentados na Tabela 11.

Tabela 08. Resultados hematológicos de embriões com 13 dias (DE13), 16 dias (DE16), 19 dias (DE19) e após eclosão (DE21) originados de ovos submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm, não ventilado (CONV) e ventilado (COV) nos dez primeiros dias de incubação.

Característica	CONV	COV	SCOV	CV
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE13- DE21)	1,61±0,12 ^B	2,08±0,13 ^A	1,72±0,12 ^B	70,15
HCT – média, % (DE13-DE21)	16,48±1,16 ^B	21,69±1,34 ^A	19,02±1,36 ^{AB}	72,25
MCV - μm ³ (DE13-DE21)	102,42±1,03 ^B	103,27±1,09 ^B	108,68±1,88 ^A	14,16
HGB – g/dl (DE13-DE21)	13,36±0,48 ^{AB}	14,79±0,65 ^A	12,88±0,42 ^B	41,39
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE13)	0,56±0,03 ^B	0,71±0,07 ^A	0,53±0,03 ^B	37,74
HCT – média, % (DE13)	5,46±0,26 ^B	6,77±0,64 ^A	5,28±0,34 ^{AB}	37,92
MCV - μm ³ (DE13)	96,8±1,94	95,26±2,14	100,89±4,23	14,87
HGB – g/dl (DE13)	10,90±0,54	9,10±0,63	9,85±0,46	31,18
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE16)	1,12±0,12 ^B	1,59±0,14 ^{AB}	1,90±0,19 ^A	57,41
HCT – média, % (DE16)	10,29±1,04 ^B	13,69±1,29 ^{AB}	16,02±1,60 ^A	55,88
MCV - μm ³ (DE16)	92,15±1,01 ^A	92,47±0,84 ^A	88,91±0,70 ^B	5,41
HGB – g/dl (DE16)	10,57±0,51 ^{AB}	8,79±0,67 ^B	11,85±0,66 ^A	30,87
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE19)	1,87±0,17	2,32±0,23	1,65±0,16	49,55
HCT – média, % (DE19)	21,26±1,93	25,11±1,73	19,17±1,86	47,20
MCV - μm ³ (DE19)	113,87±0,88 ^B	112,1±0,81 ^B	116,65±0,90 ^A	4,19
HGB – g/dl (DE19)	13,24±0,69 ^B	17,85±0,96 ^A	11,33±0,68 ^B	31,04
RBC – média, 10 ⁶ /mm ³ (DE21)	3,12±0,19	3,65±0,18	3,04±0,22	29,49
HCT – média, % (DE21)	31,80±1,60 ^B	39,67±1,32 ^A	39,02±2,41 ^A	25,07
MCV - μm ³ (DE21)	108,12±0,66 ^B	112,29±1,12 ^B	129,38±2,97 ^A	7,77
HGB – g/dl (DE21)	20,11±0,84 ^B	22,82±0,64 ^A	19,24±0,52 ^B	18,22

Letras distintas (A,B) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK (p<0,05).

Durante todo o período experimental (42 dias) foram registradas variações nas temperaturas do ambiente de criação. A média geral das temperaturas foi 24,07°C, com média das mínimas igual a 21,19°C e média das máximas, 27,35°C (Figura 05). Esta condição não é comum na época do ano (final de verão e início de outono) em que o

experimento foi realizado. Como conseqüência o peso médio obtido e a incidência total de mortalidade foram mais altos do que o preconizado pelas tabelas da linhagem. Ainda, a elevada densidade nutricional utilizada pode também ser apontada como um fator predisponente para o desempenho superior e a alta incidência de mortalidade.

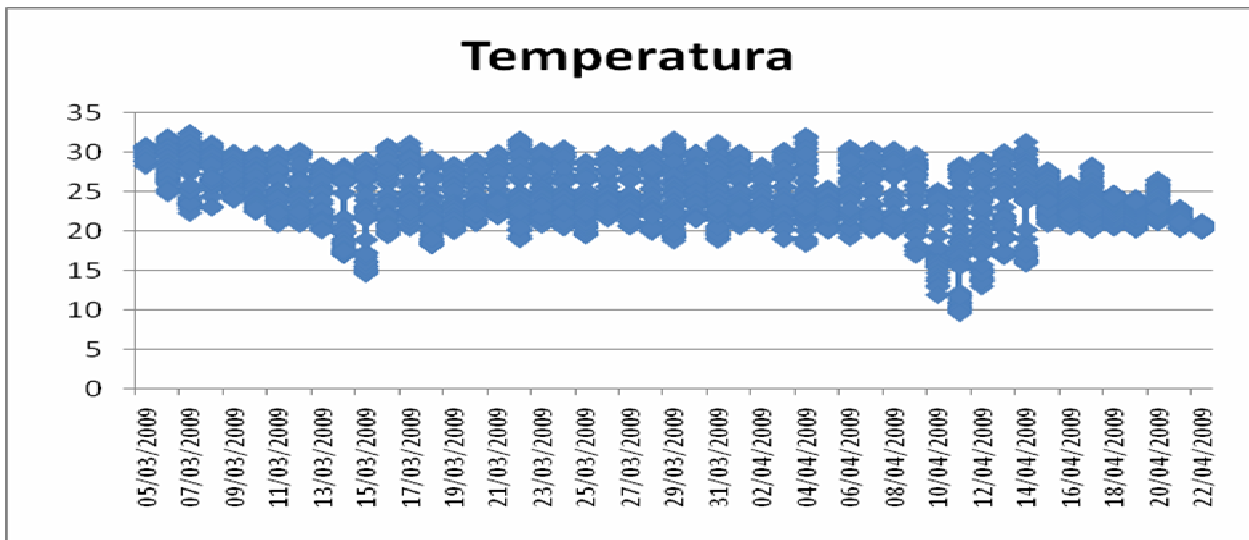


Figura 05. Comportamento da temperatura durante os 42 dias de alojamento das aves. Dados obtidos por dois registradores de temperatura ("dataloger") de 30 em 30 minutos.

Com um dia de idade, os pesos médios dos pintainhos dos grupos COV e SCOV foram, respectivamente, $44,72 \pm 0,11$ g e $45,16 \pm 0,19$ g, mais pesados ($p < 0,05$) do que os CONV que foi $43,85 \pm 0,23$ g. Entretanto, no final do 7º dia, as aves tinham uma média de peso médio corporal muito próxima e não diferentes estatisticamente. Entre o 1 e 14 dias e 1 e 21 dias, os pesos dos frangos cujos embriões foram submetidos a altos níveis de CO₂ foram significativamente maiores ($p < 0,10$) do que o grupo controle, não expostos à alta concentração do gás e com renovação de ar (SCOV). Apesar disso, as diferenças a maior de pesos observadas para os frangos dos grupos COV (27g) e CONV (14g) não se mantiveram estatisticamente significativas em relação aos pesos registrados para as aves SCOV ao final do período de criação (42 dias). Também, apesar de não significativa, se observou uma diferença de 6 pontos, para mais, no fator de produção do tratamento COV em relação aos outros dois tratamentos (CONV e SCOV).

Tabela 09. Resultados dos valores médios das características de machos e fêmeas, referente a incubação dos tratamentos submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado, e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e com adição de CO₂ ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

Características	SCOV	CONV	COV	CV
Peso médio inicial, g	45,16±0,19 ^A	43,85±0,23 ^B	44,72±0,11 ^B	1,87
Resultados de 1 a 7 dias				
Peso médio 7dias, g	198±1,14	200±1,16	200±0,97	2,12
Ganho de peso médio 7dias, g	153±1,11 ^b	156±1,14 ^a	155±0,97 ^a	2,70
Conversão alimentar 7dias, g	1,06±0,01	1,05±0,01	1,06±0,01	1,58
Resultados de 1 a 14 dias				
Peso médio 14dias, g	526±5,34 ^B	536±4,87 ^A	536±4,09 ^A	2,34
Ganho de peso médio 14dias, g	480±5,27 ^B	492±4,88 ^A	491±4,08 ^A	2,55
Conversão alimentar 14dias, g	1,22±0,01	1,22±0,01	1,22±0,01	0,96
Resultados de 1 a 21 dias				
Peso médio 21dias, g	1021±12,13 ^B	1034±10,83 ^A	1037±9,28 ^A	2,02
Ganho de peso médio 21dias, g	976±12,05 ^B	990±10,86 ^A	992±9,27 ^A	2,10
Conversão alimentar 21 dias, g	1,31±0,01	1,31±0,01	1,31±0,01	1,00
Resultados de 1 a 28 dias				
Peso médio 28dias, g	1663±26,21	1681±24,79	1680±25,79	2,49
Ganho de peso médio 28dias, g	1618±26,13	1637±24,83	1635±25,79	2,55
Conversão Alimentar 28dias, g	1,38±0,01	1,39±0,01	1,39±0,01	0,81
Resultados de 1 a 35 dias				
Peso médio 35dias, g	2231±39,01	2260±36,01	2257±39,11	3,56
Ganho de peso médio 35dias, g	2231±38,92	2260±36,04	2257±39,10	2,51
Conversão alimentar 35dias, g	1,50±0,01	1,51±0,01	1,51±0,01	0,96
Resultados de 1 a 42 dias				
Peso médio 42dias, g	2887±51,42	2901±45,11	2914±51,99	2,00
Ganho de peso médio 42dias, g	2842±51,34	2857±45,14	2869±51,97	2,03
Conversão alimentar 42dias, g	1,79±0,03	1,80±0,02	1,85±0,03	5,95
Viabilidade, % ¹	92,00±1,43 ^b	92,16±0,99 ^{ab}	95,10±0,96 ^a	6,30
Fator de Produção ²	338±8,02	336±6,53	344±7,78	3,56

Letras distintas (A,B) na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,05$), e letras minúsculas na linha (a,b) indicam diferenças significativas pelo teste SNK ($p < 0,10$).¹ O percentual de viabilidade foi transformado em arcoseno $ASEN(RAIZ(\%/100)+0,05)^{0,5}$ antes da ANOVA. ² Fator de produção = (viabilidade % x ganho de peso diário g)/(conversão alimentar x 10).

O peso dos frangos aos 42 dias foi maior 9,45% em comparação ao da tabela preconizada pela linhagem Cobb-500. O melhor desempenho observado deveu-se ao nível maior de energia da ração fornecido às aves, bem como ao longo período de iluminação (23h), o que determinou um alto desempenho do lote, mas também alta mortalidade, principalmente devido à incidência de mortes pela síndrome ascítica.

Observou-se a partir de 14 dias de idade das aves diferença significativa ($p < 0,10$) para a incidência de mortalidade, menor para o grupo COV em relação aos grupos CONV e SCOV, indicando que a sobrevivência dos frangos originados de embriões submetidos a altos níveis CO_2 e mantidos em ambientes com renovação de ar foi melhor (Tabela 10).

Tabela 10. Incidência de mortalidades de frangos de corte originados de embriões submetidos ou não a ambiente com adição gradativa de 10000ppm de CO_2 até dez dias de incubação.

Características	SCOV¹	CONV²	COV³	CV
Mortalidade aos 7dias, %⁴	0,30±0,16	0,79±0,36	0,10±0,10	9,14
Mortalidade aos 14dias, %	0,60±0,25 ^b	1,39±0,41 ^a	0,40±0,23 ^b	11,30
Mortalidade aos 21dias, %	1,90±0,49 ^a	2,69±0,53 ^a	1,20±0,37 ^b	14,83
Mortalidade aos 28dias, %	4,00±0,90 ^a	4,16±0,66 ^a	2,00±0,48 ^b	19,36
Mortalidade aos 35dias, %	6,20±1,25 ^a	5,86±0,76 ^a	3,20±0,76 ^b	21,85
Mortalidade aos 42dias, %	8,00±1,43 ^a	7,84±0,99 ^a	4,90±0,96 ^b	22,70
Mortalidade por SMS, %	0,60±0,20	0,60±0,20	0,65±0,23	8,12
Mortalidade por SA, %	3,25±0,71 ^a	2,70±0,34 ^a	1,55±0,33 ^b	14,91
Mortalidade por outras causas, %	0,20±0,12	0,45±0,12	0,20±0,12	4,89

¹. SCOV = manejo padrão da incubação, sem adição de CO_2 e com ventilação; ² CONV = com adição gradativa de CO_2 e sem ventilação do DE1 até DE10; ³ COV = com adição gradativa de CO_2 e ventilado durante todo o período.

⁴ A comparação entre os tratamentos e os coeficientes de variação referem-se aos dados percentuais de mortalidade transformados em arco seno arsen ($(\%/100)+0,05$)^{0,5} antes da ANOVA.

Letras (a,b) distintas na linha indicam diferenças significativas pelo teste SNK para $p < 0,10$.

A ocorrência de mortes por distúrbios metabólicos, SMS e SA foram as principais causas de óbitos em todos os tratamentos, com um índice de 91,67%, da mortalidade total, como mostra a Figura 06.

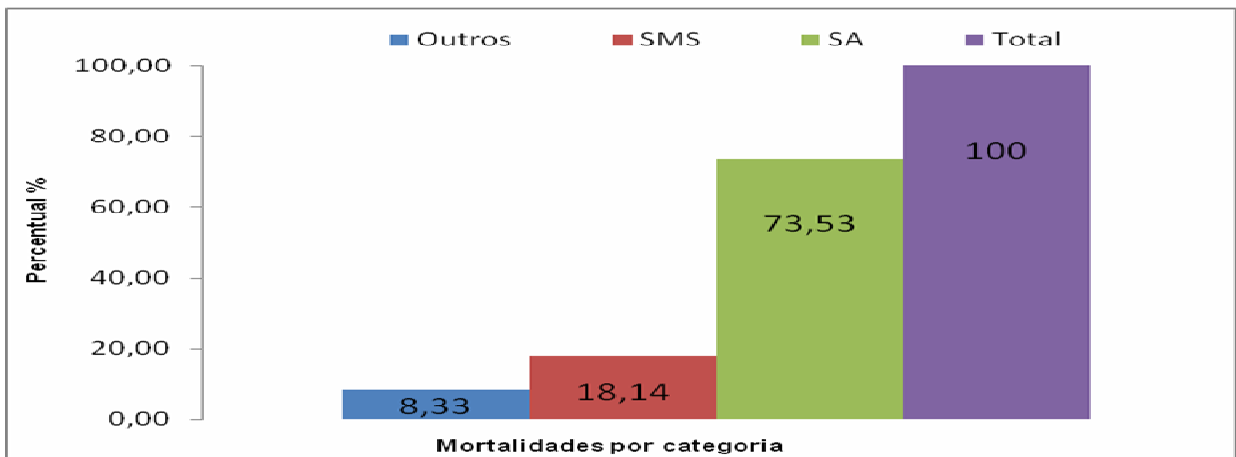


Figura 06. Percentual de mortalidade por categoria durante os 42 dias.

Com relação à incidência de mortes por SMS, não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, Entretanto, as incidências de SA dos grupos cujos embriões foram submetidos a ambiente com alto nível de CO_2 foi reduzida em 47,69% quando o ambiente era ventilado (COV) e, 16,92% quando o ambiente não era ventilado (CONV) em relação ao grupo SCOV, sem adição de CO_2 e ventilado (Tabela 10 e Figura 07).

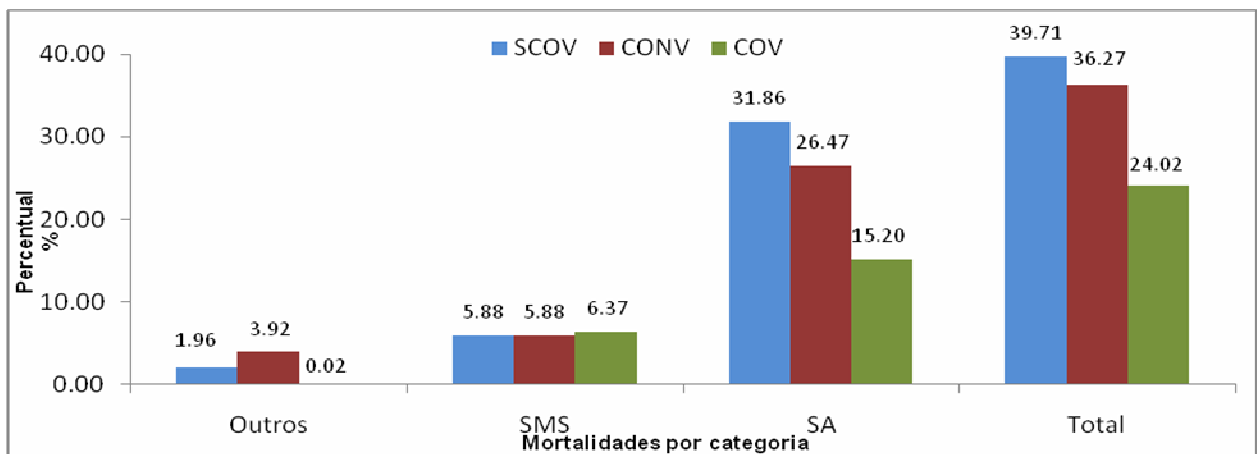


Figura 07. Percentual de mortalidade por tratamento.

Os resultados de parâmetros sanguíneos das aves ao final do período produtivo não foram diferentes para os diversos tratamentos, como apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Parâmetros sanguíneos dos frangos com 40 dias de idade, originados de ovos submetidos a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm e não ventilado (CONV) e ventilado (COV) durante os dez primeiros dias de incubação.

Características	SCOV	CONV	COV	CV
HCT, %	30,12±0,41	30,57±0,58	30,65±0,37	6,77
HGB, g/dl	11,28±0,12	11,38±0,16	11,27±0,11	5,38
RBC, 10 ⁶ /mm ³	2,60±0,04	2,60±0,04	2,61±0,03	6,34
MCV, µm ³	116,30±0,96	117,48±1,30	117,71±0,95	3,86

O rendimento de carcaça e suas partes estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Rendimento de carcaça dos frangos originados de ovos incubados a ambiente padrão (SCOV), sem adição de CO₂ e ventilado e com elevação gradual da concentração de CO₂ até 10000ppm, não ventilado (CONV) e ventilado (COV) durante os 10 primeiros dias de incubação.

Características	SCOV	CONV	COV	CV
Peso Ave, g	2805±25,60	2818±23,26	2840±25,24	3,58
Carcaça, g	2170±18,71 ^B	2195±17,71 ^A	2211±19,17 ^A	3,47
Peito, g	835,42±7,88	838,41±7,18	844,70±7,55	6,00
Coxa, g	625,16±7,61	632,73±7,08	636,36±7,75	6,13
Coração, g	12,85±0,20	12,99±0,18	12,94±0,23	11,96
Fígado, g	51,24±0,71	52,53±0,70	51,28±0,68	11,35
Pulmão, g	14,80±0,36	14,78±0,36	15,14±0,39	18,37
Carcaça, %	77,43±0,15	77,88±0,28	77,87±0,16	2,57
Peito, %	38,51±0,19	38,21±0,18	38,25±0,19	4,57
Coxa, %	28,76±0,18	28,79±0,16	28,73±0,17	5,24
Coração, %	0,59±0,01	0,59±0,01	0,58±0,01	12,13
Fígado, %	2,36±0,03	2,39±0,03	2,32±0,02	11,17
Pulmão, %	0,67±0,01	0,67±0,01	0,68±0,01	17,93

Letras maiúsculas distintas (A,B) na linha indicam diferenças significativas para SNK (p<0,05),

Somente se observou diferença estatística para o peso absoluto das carcaças (p<0,05), maior para as aves dos grupos COV e CONV em relação ao SCOV. Entretanto, os rendimentos relativos de carcaça, de suas partes nobres (coxa e peito), órgãos comestíveis (fígado e coração) e pulmão não foram significativamente (p<0,05) diferentes entre os tratamentos testados.

DISCUSSÃO

Como nos estudos anteriores não foi observado aumento significativo dos níveis de CO₂ somente com o manejo de fechamento do sistema de ventilação da incubadora (EXP1 e EXP2 do Capítulo 3), neste ensaio optou-se por testar a adição do CO₂ com aumento gradual do nível até o limite de 10000ppm nos dez primeiros dias de incubação em máquinas de incubação ventiladas e não ventiladas. Com isso pretendeu-se simular a metodologia reportada por outros autores (HOGG, 1997; DE SMIT, et al 2006, 2008; TONA, et al 2006) que obtiveram níveis de 0,8 a 1% (8000 e 10000ppm) de concentração de CO₂ somente com a não ventilação da máquina. Além disso, foi possível comparar os efeitos da exposição de altos níveis de CO₂ nos dois sistemas de ventilação.

Avaliando-se a incubabilidade, observou que a exposição dos embriões a altos níveis do gás (até 1% de CO₂) resultou em melhores índices de eclosão, sem prejuízo algum sobre a qualidade do neonato e o desempenho do frango de corte, mesmo quando o sistema de ventilação foi mantido fechado (grupo CONV). Os melhores resultados da incubação aqui registrados (% de eclosão sobre férteis, melhor dispersão dos nascimentos, diminuição da mortalidade embrionária) para os grupos COV e CONV são coerentes com os observados por outros autores acima mencionados. Entretanto, quando no período de alta exposição ao CO₂ associou-se ao manejo de renovação de ar da máquina (grupo COV), o aumento de eclodibilidade foi mais expressivo e, possivelmente, com melhor qualidade do neonato, já que houve uma redução significativa da incidência de mortes devido à síndrome ascítica dos frangos obtidos dessa incubação.

Os resultados de eclodibilidade obtidos neste experimento para os grupos expostos ao alto nível do gás nos sistemas ventilados e não ventilados foram economicamente muito importantes, observando-se melhora no índice em 4,51 pontos percentuais no tratamento COV e 3,21 no tratamento CONV em relação ao tratamento padrão (SCOV).

Neste experimento pode-se observar uma redução significativa ($p < 0,05$) nos

tempos de PE e NASC dos embriões COV em relação à SCOV, resultando em uma dispersão de nascimentos mais curta e com pico mais acentuado. A menor variação no tempo de nascimento e da dispersão de nascimento (janela) pode influenciar positivamente a qualidade do pintainho e, por consequência, a saúde do frango de corte (CALIL, 2006). A distribuição ou janela de nascimento, formada como uma curva de distribuição normal, é um importante indicativo da qualidade dos neonatos: quanto mais estreita a sua base e mais acentuado o seu pico, mais saudáveis e bem hidratados serão os neonatos (CALIL, 2007). CAREGHI, et al 2005 observaram o efeito negativo sobre a qualidade do neonato (depressão de crescimento e desidratação) devido ao longo prazo de nascimento dos pintos. Outros autores relatam também que quanto menor a dispersão do período do nascimento, menor será a desidratação das aves e o melhor desempenho na primeira semana de vida pós eclosão (BECKER, 1960; PINCHASOV & NOY, 1993; BIGOT, et al, 2003; GONZALES et al, 2003).

Foi verificado um peso adequado do vitelo dos pintos obtidos neste experimento, sem diferenças significativas entre os tratamentos, obtendo-se uma média de 11,44% de residual de gema. A captação e transferência da gema para o desenvolvimento do embrião pode ser muito variável e é altamente dependente das condições de incubação. Com o passar dos anos o processo de incubação artificial tem sido mais eficiente, o que deve ter influenciado na velocidade de aproveitamento dos nutrientes da gema durante a incubação, considerando que os relatos anteriores registravam 13,5 a 20% de resíduo vitelino (ROMANOFF, 1960; ETCHE, 1996). MEIJERHOF (2010), suportado pelos achados de WINELAND, 2001; LOURENS, A. & CHRISTENSEN, V.L. 2007, explica que se a temperatura do embrião durante a incubação for adequada, especialmente quando a temperatura do ambiente for elevada, a formação do embrião é retardada e a síntese de massa corporal é reduzida. Isso significa dizer que uma menor quantidade de gema será usada durante a incubação, resultando em uma relação menor de peso de embrião/pinto com o peso do ovo. Consequentemente, o embrião remanescente é pequeno e o saco da gema residual é relativamente grande.

Recentemente alguns autores tem mencionado que o peso no nascimento do pintainho pode ser o resultado de uma massa corporal pesada ou de um resíduo vitelino

pesado, significando neste último caso que o embrião não foi bem nutrido. Para elucidar esse problema, recomenda-se a mensuração do comprimento do neonato que apresenta correlação alta com o peso do pintainho sem a gema (MEIJERHOF, 2010). Segundo HILL (2006) e MEIJERHOF, (2008), quanto maior for a eficiência da utilização dos nutrientes da gema, maior será o comprimento do pintainho, com repercussão no peso corporal do frango de corte ao abate e maior rendimento de carne de peito. Neste experimento, com o mesmo percentual de resíduo vitelino entre os tratamentos e pesos semelhantes de neonatos, obteve-se maior comprimento do pintainho (Tabela 04) submetido à elevação gradual do nível de CO₂ em máquina ventilada (COV) e no grupo controle (SCOV) em relação ao do grupo CONV. Este resultado é indicativo que o melhor desenvolvimento embrionário foi obtido com o manejo de renovação de ar da máquina, fornecendo oxigênio em níveis adequados para o metabolismo do embrião.

Dentre os requisitos para o sucesso da incubação, um dos fatores ambientais mais críticos que afetam a eclodibilidade é a temperatura (DECUYPERE et al (2008). A tolerância do embrião para as variações de temperatura durante a incubação a partir do nível recomendado, 37,8°C, está diretamente relacionada com a duração da exposição e o período de desenvolvimento embrionário. É geralmente aceito que a zona de tolerância dos embriões é menor para temperaturas altas, acima de 37,8°C, principalmente no final do período de incubação. Além disso, embriões de frangos de corte são mais sensíveis a variações de temperatura quando comparados com embriões de linhagens de postura (DECUYPERE & MICHELS, 1992). Neste experimento observou-se um rígido controle da temperatura, medido tanto pela temperatura do ambiente quanto pela temperatura do embrião (temperatura da casca) entre o DE11 e DE18, observando-se que não houve variações de temperatura entre as máquinas ou entre a temperatura dos embriões dos três tratamentos. Isso significa que as diferenças de eclodibilidade observadas entre os tratamentos não podem ser atribuídas ao manejo de temperatura da máquina que poderiam influenciar a temperatura do embrião.

Como observado por MORITA, V.S.M. & BOLELI, I.C. (2009) o RBC, HGB e HCT aumentam ao longo da idade das aves enquanto os valores de MCV diminuem.

Segundo DECUYPERE (1979) e PRIZINGER (1997) esses parâmetros sanguíneos são influenciados pela taxa metabólica e aumentam em relação direta com o desenvolvimento embrionário e a taxa respiratória. Da mesma forma, a queda nos valores de MCV ao longo da incubação está relacionada com a modulação do suprimento de oxigênio necessário para acomodar as mudanças na produção de calor resultante do aumento da taxa metabólica. Os maiores valores de RBC e HGB e HCT e menores de MCV foram obtidos de embriões submetidos a alta concentração de CO₂ e incubados em máquina ventilada, indicativo, portanto, que nesses embriões deve ter ocorrido a mais alta taxa metabólica, resultando em maior comprimento do neonato e melhor dispersão de nascimento.

Os programas de seleção dos frangos de corte modernos tem produzido aves de rápido crescimento, baixa conversão alimentar e alto rendimento de carcaça. Mas, ao lado dessas respostas favoráveis, tem-se observado uma seleção indireta de características não benéficas, como maior deposição de gordura, aumento de problemas de pernas e aumento da incidência de mortes por síndrome da morte súbita (SMS) e ascítica (SA). A consequente perda financeira é alta e continua aumentando a cada ano (MAXWELL e ROBERTSON (1997), o que justifica as pesquisas que objetivem minimizar os efeitos negativos da alta produtividade dos frangos de corte. Neste estudo, constatou-se que a utilização de até 10000ppm de CO₂ durante os dez primeiros dias do desenvolvimento embrionário, principalmente em máquinas com renovação de ar, resultou em diminuição significativa da incidência de mortalidade por SA nos frangos obtidos dessa incubação. Houve uma diminuição da incidência de SA de cerca de 47,69% e 16,92% dos frangos dos grupos COV e CONV, respectivamente, em relação à observada para o grupo de frangos originados de embriões incubado em condição padrão (grupo SCOV), isto é, sem adição de CO₂ e com renovação de ar. Alguns fatos justificam o resultado alcançado, principalmente em relação à máquina manejada para ter alto nível de CO₂ e com renovação de ar: 1) a relativa hipóxia resulta em aumento do número de eritrócitos e do teor de hemoglobina, fato esse constatado neste experimento e anteriormente relatado por TONA (2006), EVERAERT (2007), e DE SMIT, et al (2008); 2) quando há renovação de ar, o coração é menos exigido, o que

explica o menor peso relativo do coração nos embriões do grupo COV; 3) Os embriões do grupo incubado em máquinas ventiladas (COV e SCOV) apresentaram maior duração de PI, período de amadurecimento do aparato respiratório para início da respiração pulmonar que se inicia com o PE (DECUYPERE, 2007) indicativo que houve um melhor amadurecimento desse órgão. Associados, esses três fatores podem ter contribuído para a obtenção de neonatos COV com o sistema respiratório mais preparado para resistir à hipóxia tecidual determinada pela alta taxa de crescimento do frango COV e, portanto, apresentar uma menor incidência de mortalidade total e por SA.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que a exposição controlada e gradativa de CO₂ até 10000ppm em embriões DE1 a DE10 de incubação, principalmente em condições de renovação do ar do ambiente de incubação durante esse período, determina melhora significativa nos resultados de eclodibilidade e influencia positivamente o desempenho final dos frangos de corte por reduzir a mortalidade total e a relacionada com a síndrome ascítica. Ainda, observou-se que pode haver relação entre melhor eclodibilidade e aumento dos parâmetros sanguíneos das células vermelhas quando os embriões são mantidos em atmosfera com altos níveis de CO₂.

CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS

Desde a fertilização até o final do desenvolvimento embrionário, o embrião é dependente dos nutrientes presentes no ovo para se tornar um pintainho de qualidade. Durante o processo de incubação artificial, alterações no fornecimento de calor, umidade relativa do ar ou da composição gasosa do ambiente que envolve os ovos podem interferir diretamente no desenvolvimento embrionário por afetar a captação de nutrientes da gema.

Não resta dúvida que o impacto do processo de incubação no desempenho técnico e econômico na produção do frango é hoje muito maior que há algumas décadas. Já é amplamente reconhecido que o modo pelo qual os ovos são incubados não só determina o número de pintainhos produzidos e a qualidade do neonato, como também o desempenho e a mortalidade de primeira semana de vida pós natal. A relevância econômica do desempenho pós nascimento é superior ao impacto financeiro alcançado em termos de melhor percentual de eclosão, mas, com certeza, contribui de maneira significativa com os custos finais da produção do frango.

Até recentemente, a indústria avícola adotava como padrão de manejo a incubação em estágio múltiplo, em que ovos de diferentes origens e embriões em diferentes estágios de desenvolvimento eram mantidos dentro de mesma incubadora. Esse manejo não permite a adoção de programas de incubação específicos, adotando-se padrões de temperatura, umidade e níveis de renovação de ar próprios para um lote em particular. Com a evolução genética e, portanto, com a maior exigência para desenvolvimento do embrião, torna-se necessário realizar o ajuste fino do processo de incubação, somente possível de ser realizado nos sistemas de incubação em estágio único. Além disso, com processo de incubação em máquinas de estágio único atinge-se o melhor nível de biossegurança, o que permite o desenvolvimento de todo potencial genético da linhagem.

O conhecimento dos aspectos fisiológicos do desenvolvimento embrionário fez surgir uma nova indústria, antes baseada em conhecimento empírico do processo de incubação, voltada agora para a otimização do processo objetivando um melhor retorno

econômico, não baseado somente no número de pintos nascidos, mas principalmente na qualidade do neonato que pode influenciar o resultado produtivo da criação do frango de corte e até do abatedouro.

Um dos ajustes que se pretende para melhorar a produtividade do incubatório e do frango de corte é a incubação dos ovos em ambiente com alto teor de CO₂, supondo-se que esse manejo propiciará melhores resultados que o procedimento padrão com controle da temperatura, ambiente e umidade da máquina. O uso de altos níveis de gás carbônico no início do desenvolvimento embrionário depende do modelo da incubadora que será utilizada. O manejo só poderá ser adotado em máquinas de estágio único. A maneira como será conseguido o nível de gás carbônico no início do desenvolvimento embrionário depende do sistema de vedação da máquina. A maioria das máquinas de estágio único, atualmente utilizada no Brasil não permite uma vedação completa do sistema, de tal modo que o aumento gradativo da concentração de CO₂ no início do processo de desenvolvimento embrionário só pode ser conseguido com a adição do gás na máquina, como ficou amplamente comprovado neste ensaio.

O aumento gradual de até 10000ppm de CO₂ (1%) no ambiente de incubação de embriões entre o primeiro e o décimo dia de incubação através da adição do gás na máquina com renovação de ar foi o melhor resultado obtido neste ensaio, em relação aos índices de eclodibilidade, qualidade do neonato e produtividade dos frangos de corte. Entretanto, como essa condição só pode ser conseguida com maior consumo de CO₂, contrapondo-se ao sistema sem ventilação/sem adição de CO₂ é necessário calcular o custo-benefício dessa nova proposta.

Para calcular a economicidade do processo, foram projetadas as rentabilidades da incubação com manejo padrão, isto é sem adição de CO₂ e ventilada, a qual foi comparada com a incubação com a adição de 1% de CO₂ em sistema ventilado, considerando-se que se pode obter resultados semelhantes aos da eclodibilidade, peso do frango, viabilidade e rendimento de carcaça aqui alcançados. Para atingir o nível de 10000ppm de CO₂ nos dez primeiros dias de incubação, gasta-se em média de 50 kg do gás. Utilizou-se para o cálculo a incubação média de 15.000.000 ovos/mês, referente a um incubatório comercial e incubadora com capacidade para 20.640 ovos.

SCOV	COV	Resultado
15.000.000 / 87,52% de eclodibilidade = 13.128.000 ovos incubados	15.000.000 /92,03% de eclodibilidade = 13.804.500 ovos incubados	Diferença de 676.500 ovos
<p>Necessidade de menos 22,24 máquinas de incubação no mês.</p> <p>Se extrapolarmos ao custo de aquisição da incubadora de estágio único com valor médio de R\$ 31.500,00 com capacidade 20.640 ovos.</p> <p>Redução no investimento de R\$700.560,00</p>		
Cálculo – Quantidade de carne de frango		Resultados
15.000.000 x 92% de viabilidade x 2,887 kg PV x 77,43% rendimento de carcaça = 30.849 ton de carne de frango	15.000.000 x 95,1% de viabilidade x 2,914 kg PV x 77,87 % de rendimento de carcaça = 32.369 ton de carne de frango	Teremos uma produção à maior de 1.521 ton de carne de frango. Tomando como base ¹ o valor de R\$1,37/Kg de frango abatido, teremos: R\$ 2.083.206,90
Custo com a adição do CO ₂		Diferenças (ganhos e gastos) com CO ₂
R\$0,00	R\$ 4,50/kg 50 kg (para 10 dias de incubação) x 4,50 R\$ (valor por Kg) x 726.75 incubadoras = Custo - R\$ 163.518,75	R\$ 2.083.206,90 – R\$ 163.518,75 = R\$ 1.919.688,15 (valor à maior/mês)

¹Dados retirados do site www.avisite.com.br para a média do mês de Janeiro 2010.

Se compararmos a diferença nos tratamentos com a adição do gás (CO₂) com e sem ventilação obteremos:

CONV	COV	Resultado
15.000.000 / 90,73% de eclodibilidade = 13.609.500 ovos incubados	15.000.000 / 92,03% de eclodibilidade = 13.804.500 ovos incubados	Diferença de 195.000 ovos
<p>Necessidade de menos 6,41 máquinas de incubação no mês. Se extrapolarmos ao custo de aquisição da incubadora de estágio único com valor médio de R\$ 31.500,00 com capacidade 20.640 ovos. Redução no investimento de R\$201.915,00</p>		
Cálculo – Quantidade de carne de frango		Resultados
15.000.000 x 92,16% de viabilidade x 2,901 kg PV x 77,88% rendimento de carcaça = 31.232 ton de carne de frango	15.000.000 x 95,1% de viabilidade x 2,914 kg PV x 77,87 % de rendimento de carcaça = 32.369 ton de carne de frango	Teremos uma produção à maior de 1.137 ton de carne de frango. Tomando como base ¹ o valor de R\$1,37/Kg de frango abatido, teremos: R\$ 1.557.690,00
Custo com a adição do CO ₂		Diferenças (ganhos e gastos) com CO ₂
R\$0,00	R\$ 4,50/kg 50 kg (para 10 dias de incubação) x 4,50 R\$ (valor por Kg) x 726.75 incubadoras = Custo - R\$ 163.518,75	R\$ 1.557.690,00 – R\$ 163.518,75 = R\$ 1.394.171,25 (valor á maior/mês)

Dados retirados do site www.avisite.com.br para a média do mês de Janeiro 2010.

Com o objetivo de demonstrar a viabilidade econômica da utilização ou não da adição do gás durante os primeiros dez dias de incubação, fez-se os comparativos acima SCOV X COV e CONV X COV, com os resultados obtidos do capítulo 4 deste ensaio. Os resultados demonstram que a melhor opção econômica é a utilização da adição de CO₂ com renovação de ar. Entretanto, não se pode menosprezar os riscos da utilização do CO₂ para a garantia da segurança dos funcionários do incubatório, considerando que o gás poderá escapar do sistema e acumular-se no ambiente de trabalho. O gás, na ausência de oxigênio é asfixiante, afetando a circulação e a respiração.

Concluindo, no incubatório não se concebe mais resumir os controles de qualidade a um conjunto de técnicas em incubação ou a um pacote de monitorias sanitárias, mas também a uma metodologia própria de trabalho, definindo-se o sucesso da unidade na capacidade de produzir pintos de um dia saudáveis a um menor custo e com maior rentabilidade no final da cadeia produtiva, isto é, no abatedouro, conquistando a fidelidade e a preferência dos clientes. Por isso, com base nesse estudo, recomenda-se o a adição de 10000ppm CO₂ nos dez primeiros dias de desenvolvimento embrionário para a incubação de ovos de matrizes pesadas em máquinas de estágio único com renovação de ar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDA, T.R.B.L.de. Embriodiagnóstico. In: GONZALES, E. MACARI, M. Manejo da incubação. Campinas: Facta, 2ªed. p.500-512, 2003.

BECKER, W. A. The storage of hatching eggs and the posthatching body weight of chickens. **Poultry Science** v.39, p.588–590, 1960.

BIGOT, K.; MIGNON-GRASTEAU, S. PICARD, M.; TESSERAUD, S. Effects of delayed feed intake on body, intestine, and muscle development in neonate broilers. **Poultry Science**, v.82, p.781–788, 2003

BOERJAN, M. Incubação em estágio único para melhorar a uniformidade. In: Conferência APINCO 2006 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006, Campinas. **Anais**, Santos, Facta, 2006, p.325-333.

BRUGGEMAN, V.; DE SMIT,; L. TONA,; K. EVERAERT, N.; WITTERS, A.; DEBONNE, M.; DEGRAEVE, P.; GARAIN, P.; DECUYPERE, E. Changes in albumen pH due to higher CO₂ concentrations during the first ten days of incubation. **Poultry Science**, vol.87, p.734-739, 2008.

BUYS, N., DEWIL, E.; GONZALES, E.; DECUYPERE, E. Different CO₂ levels during incubation interact with hatching time and ascites susceptibility in two broiler lines selected for different growth rate. **Avian Pathology**. v.27, p.605–612, 1998.

BUYS, N.; DECUYPERE, E.; SHARP, P.J.; HUYBRECHTS, L.M.; KUHN, E.R.; WHITEHEAD, C. Effect of corticosterone on circulating concentrations of corticosterone, prolactin, thyroid hormones and somatomedin and on fattening in broilers selected for high or low fat content. **Journal Endocrinology**, v. 37, p.112,129, 2008.

CALIL, T.A.C., Pré-Aquecimento: Conceitos e Aplicações para Incubação em Estágio Múltiplo. **Informativo técnico Hygen**, 2006.

CALIL, T.A.C., Princípios básicos de incubação. In: Conferência APINCO 2007 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006. Santos. **Anais**, Campinas, Facta, 2007, p.19-45.

CAREGHI, C.; TONA, K.; ONAGBESAN O.; BUYSE, J.; DECUYPERE E.; BRUGGEMAN, V.; The effects of the spread of hatch and interaction with delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. **Poultry Science** v.84, p.1314–1320, 2005.

CASTEEL, E.T.; WILSON, J.L.; BUHR, R.J.; SANDER, J.E. The influence of extended posthatch holding time and placement density on broiler performance. **Poultry Science** v.73, p.1679–1684, 1994.

CESARIO M.D., GONZALES, E. **Curso de Embriologia e Embriodiagnóstico em aves de produção comercial**, Serra Negra, SP 04 -08 de agosto de 2008

CHRISTENSEN, V.L. Development during the first seven days post-hatching. In: BAGGOTT, G.K.; BAKST, M.R.; BELLAIRS, R.; CHRISTENSEN, V.L.; FASENKO, G.M.; STARCK, J.M. Perspectives in Fertilisation and Embryonic Development in Poultry. ed. Ratite, **Conference Books**, Oxford, p. 31-36, 2001.

COELLO, C.P., MENOCA, J.A., GONZÁLEZ, E.A. El síndrome ascítico en pollos de engorda. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais**. Campinas: FACTA, 1993a. p.221-248.

COELLO, C.P., MENOCA, J.A., GONZÁLEZ, E.A. Programas de alimentación utilizados en Mexico para la prevención y control del síndrome ascítico. In:

CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. **Anais**. Campinas: FACTA, 1993b. p.267-280.

COLEMAN, J.K. SIEGEL, P.B. Selection for body weight at eight weeks of age. Embryonic stage at oviposition and its relationship to hatchability. **Poultry Science**, v.45, p.1008-1011, 1964.

COLEMAN, M.A.; COLEMAN, G.E. Ascites control through proper hatchery management. **World Poultry**, v.7, p.33–35, 1991.

DE SMIT, L. BRUGGEMAN, V.; TONA, J.K.; DEBONNE, M.; ONAGBESAN, O; ARCKENS, L.; DE BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E. 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**, Part A, v.145, p.166-171, 2006.

DE SMIT, L.; BRUGGEMAN, V.; DEBONNE, M.; TONA, J.K.; KAMERS, B.; EVERAERT, N.; WITTERS, A.; ONAGBESAN, O; ARCKENS, L.; DE BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E. The effect of non-ventilation during early incubation on the embryonic development of chicks of two commercial broiler strains differing in ascites susceptibility. **Poultry Science**, v.87, p.551-552, 2008.

DECUYPERE, E., Iodohormones in the serum of chick embryos and post-hatching chickens as influenced by incubation temperature. Relationship with the hatching process and thermogenesis. **Annales de Biologie, Animale, Biochimie et Biophysique**, v. 19, p. 1713-1723, 1979.

DECUYPERE, E.; MICHELS, H. Incubation temperature as management toll: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, P.28-38, 1992.

DECUYPERE, E.; ONAGBESAN, O.; DE SMIT, L.; TONA, K.; EVERAERT, N.; WITTERS, A.; DEBONNE, M.; VERHOELST, E.; BUYSE, J.; HASSANZADEH, M.; DE BAERDEMAEKER, J.; ARCKENS, L.; BRUGGEMAN, V. Hypoxia and hypercapnia during incubation of chicken eggs: effects on development and subsequent performance., **Poultry Science**, 2001

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

DEMMING, D.C. Incorrect egg setting may cause hatchability problems. **World Poultry**, 15 (6), p.50, 1999.

ETCHES, R.J. Reproducción aviar. **Desarrollo Embrionario**. Zaragoza: Editora Acribia, S.A., 1996, p.43-75.

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 Post-hatch Growth. **Poultry Science**, v,86, p.1372-1379 , 2007.

FISHER, C. Egg production. In: ROOK, J.A.F., THOMAS, P.C. **Nutritional Physiology of Farm Animals**. London: Longman. p.623-638, 1983.

FRENCH, N. A. Effects of temperature incubation on the gross pathology of turkey embryos. **British Poultry Science**, v.35, p.363–37, 1994.

FRENCH, N.A. Modeling Incubation Temperature: The Effects of Incubator Design, Embryonic Development, and Egg Size. **British United Turkeys Ltd., Poultry Science**, v.76: 124-136, 1997.

FRENCH, N.A. Effect of short periods of high incubation temperature on hatchability and incidence of embryo pathology of turkey eggs. **British Poultry Science** v.341, p.377–382, 2000.

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(Supplement 1): S179, 2000.

GONZALES, E. Estudo da síndrome da morte súbita em frangos de corte, 1992. f. 97. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

GONZALES, E.; JUNQUEIRA, O.M.; MACARI, M.; ANDREATTI FILHO, R.L.; GARCIA, E.A. Incidência de mortalidade devido à síndrome da morte súbita (SMS) em cinco linhagens comerciais de frangos de corte. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v.6, p.167-178, 1994.

GONZALES, E.; BUYSE, J.; TAKITA, T.S.; SARTORI, J.R.; DECUYPERE, E. Metabolic disturbances in male broilers of different strains.v1. performance, mortality, and right ventricular hypertrophy. **Poultry Science** v.77, p.1646–1653, 1998.

GONZALES, E. & MACARI, M. Cap 9. Enfermidades metabólicas de frangos de corte. in MACARI, M. & BERCHIERI JUNIOR, A. **Doença das Aves**, 1ed. Campinas: FACTA, p. 449-462, 2000.

GONZALES, E, CESÁRIO, M. D. Desenvolvimento embrionário. In: MACARI, M, GONZALES, E. **Manejo da incubação**, 2ªed. Campinas: FACTA, 2003. p.52-64.

GONZALES, E.; KONDO, N.; SALDANHA, E.S.; LODDY, M.M.; CAREGHI, C.; DECUYPERE, E. Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period. **Poultry Science**, v.82, p.1250–1256, 2003.

GONZALES, E. Alteração na eclosão e qualidade de pintos de corte relacionados com fatores que afetam a formação, armazenamento e incubação do ovo fértil. In: Anais do 8º Simpósio técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição – ACAV, Balneário Camboriú, p.13-21,2009

GONZALES, E.; MACARI, M.,PAZ, I.C.L.A.P. Enfermidades metabólicas em frangos de corte. IN: BERCHIERI JÚNIOR, A., SILVA, E.N.; DI FÁBIO, J.; SESTI, L.; ZUANAZE, M. A. F. **Doença das Aves**, 2ed. Campinas: FACTA, p.977-998, 2009.

GRASHORN, M. Investigation of the etiology and pathology of sudden death syndrome in meat-type chickens. **Archive Geflügelkunde**, v.58, p.243, 1994.

GUALHANONE, A. Estudo da variação da temperatura de superfície da casca de ovos provenientes de matrizes de 30 e 60 semanas de idade durante a incubação. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, Faculdade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2002.

HABERMANN, F. FESKE, D, TÖNHARDT, H. ECG. Measurement in chick embryos using non-invasive technology. **World's Poultry Science Journal**, v.64, December, 2008.

HILL, D. Chick length uniformity profiles as a field measurement of chick quality. **Avian Poultry Biology Review** v.12, p.188. 2001. (Abstract.)

HILL, D. Novos conceitos de incubação. In: **1º Encontro técnico de incubação – Perdigão – Embrex** – 18 a 21 de setembro de 2006. ITÁ-SC, 2006.

HOGG, A. Single stage incubation trials. **Avian and Poultry Biology**. Review vol.8, p. 168, 1977.

HULET, R.M. Managing the embryo for performance, managing incubation: where are we and why?. **Poultry Science** v.86, p.1017–1019, 2007.

JULIAN, R.J., BOWES, V.A. Flip-over disease (sudden death syndrome) in broiler chickens. **High Agriculture Food Research**, v.10, p.9-11, 1987.

KROETZ NETO, F.L.; GONZALES, E.; DELGADO, F.S.; SCHENATTO, D.; PIASSI, M. URSO, H.A.; Atmosfera com 4000ppm de CO₂ durante os quatro primeiros dias de incubação não influencia a eclodibilidade e o desempenho de frangos. Conferência Apinco, 2008. FACTA, p.13, 2008.

LOURENS, A.; VAN DEN BRAND, H.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post-hatch development, hatchability and post-hatch development. **Poultry Science**, v.84, p.914–920, 2005.

LOURENS, A.; MOLENAAR, R.; VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M.J.W.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. **Poultry Science**, v.85, p.770–776. 2006.

MAIORKA, A. Efeitos da idade da matriz, do jejum, da energia da ração e da glutamina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal e atividade enzimática do pâncreas de pintos de corte. 2003. 103f. Tese (Doutorado em Medicina Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

MANUAL COBB 500. Guia de manejo de la Incubadora. Cobb Vantress Inc., 2008.

MANUAL COBB 500. Guía de fundamentos de crianza. Cobb Vantress Inc., 2008.

MAULDIN, J.M.; BUHR, R.J. What is really happening in your incubator? **International Hatchery Practice**. v.9, p.19-22, 1995.

MAULDIN, J.M. Factors Affects or Eclodibility. Cap 39: **Commercial, Chicken meat and Egg's production**. 5ªed. p.748-752, 2002.

MAULDIN, J. Predicting chick quality: which is best - chick length or hatch day body weight?. **Cooperative Extension Service College of Agricultural and Environmental Sciences**, Athens, Georgia, 2007.

MAXWELL, M.H., ROBERTSON, G.W. World broiler ascites survey. **Poultry International**, v.36, p.16-30, 1997.

MEIJERHOF, R. Pre-incubation holding of hatching eggs. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.57-60, 1992.

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.

MEIJERHOF, R., 2000. Embryo temperature as a tool in incubation process. Incubation and Fertility. **Research Group** (WPSA Working Group 6 (Reproduction), St. Edmund's Hall, Oxford, UK. Meijerhof (2000, *appud* BRAKE, 2003).

MEIJERHOF R., 2002. Design and operation of commercial incubators. Incubation and Fertility Research Group (**WPSA Working Group 6 (Reproduction)**), St. Edmund's Hall, Oxford, UK. Meijerhof (2002, *appud* BRAKE, 2003).

MEIJERHOF, R. **Incubation Principles**, In: Congresso Latinoamericano de Avicultura, 2005, Panamá. *Anais*, Panama, 2005. CD.

MEIJERHOF, R. **A Ciência é uma arte**. In: 2º Seminário de Tecnologia “*in ovo*” – Perdigão-Pfizer, Itá,SC, p.80, 2008.

MEIJERHOF, R. Incubation News – Inovações no processo de incubação: nutrição in-ovo e pós nascimento. n.15. Piracicaba, SP, 2010.

MORITA, V.S.M.; BOLELI, I.C. Comparação dos parâmetros eritrocitários e peso corporal, do fígado e coração de pintos de ovos leves e pesados submetidos a estresse térmico. In: CONFERÊNCIA APINCO 2009 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre: FACTA, 2009.

NILIPOUR, A.H. Malas posiciones y deformidades em los embriones de pollo. **Industria Avicola**, v.46, p.28-32, 1999.

NOY, Y., UNI, Z., SKLAN, D. Utilisation of yolk in the newly hatched chick. **British Poultry Science**, v.37, p.987-995, 1996.

NOY, Y., SKLAN, D. Energy utilization in the newly hatched chicks. **Poultry Science**, v.78, p.1750-1756, 1999.

ODOM, T. W.; ROSENBAUM, L.M.; JEFFREY, J.S. Experimental reduction of eggshell conductance during incubation. 1. effect on the susceptibility to ascites syndrome. **Avian Disease**. v.39, p.821-829, 1995,

ONONIWU, J.C., THOMSON, R.G., CARLSON, H.C., JULIAN, R.J. Studies on effect of lighting on "sudden death syndrome" in broiler chickens. **Canadian Veterinary Journal**, v.20, p.74-77, 1979.

PEACOCK, A.J., PICKETT, C.K., MORRIS, K., REEVES, J.T. Spontaneous hypoxemia and right ventricular hypertrophy in fast growing broiler chickens reared at sea level. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.97A, p.537-547, 1990.

PINCHASOV, Y.; NOY, Y. Comparison of post-hatch holding time and subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. **British Poultry Science**, v.34, p.111–120, 1993.

PRIZINGER, R. Respiration quotient and embryological development of metabolic heat production in the Rhea (*Rhea Americana*). **Journal of Thermal Biology**, v.22, n.3, p.223-226, 1997.

RAHN, H.; CHRISTENSEN, V.L.; EDENS, F.W. Changes in shell conductance, pores, and physical dimensions of egg and shell during the first breeding cycle of turkey hens. **Poultry Science**, v.60, p.2536–2541, 1981.

ROQUE, L.; SOARES, M.C. Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. **Poultry Science**. v.73,p.1838-1845, 1994.

ROMANOFF, A.L. The avian embryo: structural and function development. Macmillan, New York, 1960.

ROMIJIN, C.; LOKHORST,W. Foetal respiration in the hen. **Journal Comparative Physiology**. v.2, 187–197, 1951.

ROUWET, E.V., TINTU, A.N., SCHELLINGS, M.W.M., VAN BILSEN, M., LUTGENS, E., HOFSTRA, L., SLAAF, D.W., RAMSAY, G., LE NOBLE, F.A.C. Hypoxia induces aortic hypertrophic growth, left ventricular dysfunction and sympathetic hyperinnervation of peripheral arteries in the chick embryo. **Circulation** 105, 2791–2796, 2002.

SAEG – Sistemas de análises estatísticas. v.9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, UFV, CD 2008.

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, Panamá, 2005. Anais XIX Congresso Latino-americano de Avicultura, Panamá, 2005. CD.

SWANN, G.S.; BRAKE, J. Effect of dry-bulb temperature, relative-humidity, and eggshell conductance during the first three days of incubation on egg weight loss and chick weight. **Poultry Science**. v.69, p.535–544, 1990.

TAZAWA, H.; AKIYAMA, R.; MORIYA, K. Development of cardiac rhythms in birds. **Comparative Biochemistry and Physiology**. Part A, Molecular & Integrative Physiology 132 (4): 675-689, 2002.

TONA, K.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, B.; BRUGGEMAN, V.; MORAES, V.M.B.; BUYSE, J.; ONAGBESAN, O.; DECUYPERE, E. Effects of egg storage time and spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. **Poultry Science**, v.82, n.5, p.736-741, 2003.

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

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 physiological

hormone levels, incubation duration and hatching events. **Domestic Animal Endocrinology**, v.33, 32-46, 2006.

VILLAMOR, E., KESSELS, C.G.A., RUIJTENBEEK, K., VAN SUYLEN, R.J., BELIK, J., BLANCO, C.E., Chronic in ovo hypoxia decreases pulmonary arterial contractile reactivity and induces biventricular cardiac enlargement in the chicken embryo. **American Journal Physiology**, Comparative Physiology 287, R642–R651, 2004.

WILSON, H.R. Physiological requirements of the developing embryo: Temperature and turning. In: TULLET, S.G. **Avian incubation**, ed. Butterworth-Heinemann, London, p.145-156. 1991.

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.79 (Supplement 1):S180a, 2000.

WINELAND, M.J.; MANN, K.M.; FAIRCHILD, B.D.; CHRISTENSEN, V.L. Effect of different setter and hatcher temperatures upon the broiler embryo. **Poultry Science** v.79 (Supplement 1): S180b, 2000.

WINELAND, M.J.; CHRISTENSEN, V.L. Impact of hatchery conditions on chicks. In: Completed Research. **US Poultry and Eggs Association**. 2001.