

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

JULIANA DE SOUZA ORO

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE PROVENIENTES DE OVOS
INCUBADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE GÁS CARBÔNICO

Marechal Cândido Rondon
2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

JULIANA DE SOUZA ORO

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE PROVENIENTES DE OVOS
INCUBADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE GÁS CARBÔNICO

Dissertação apresentada por Juliana de Souza Oro
Orientador: Luís Daniel Giusti Bruno

Marechal Cândido Rondon
2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

JULIANA DE SOUZA ORO

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE PROVENIENTES DE OVOS
INCUBADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE GÁS CARBÔNICO

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação) apresentado como pré requisito de conclusão do mestrado em Zootecnia, da Universidade do Oeste do Paraná.

Marechal Cândido Rondon, ____/_____/____

BANCA EXAMINADORA

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força, saúde e fé.

À Unioeste, Universidade Estadual de Maringá.

Ao meu orientador Luís Daniel. À professora Jovanir, por ter emprestado o aviário da UFPR, pelo total apoio e ajuda na condução do experimento. Ao professor Alexandre Leseur. E também a todos os meus professores do mestrado que me ensinaram a sempre estar em busca de novos conhecimentos.

À Cooperativa C.Vale pela parceria, apoio e ajuda nesta nova conquista em minha vida.

À minha irmã Camila sempre presente. À minha mãe Roseli pelo apoio. E ao meu pai Pedro, por toda ajuda durante o experimento. Enfim, amo muito vocês três e só tenho a agradecer.

Às minhas amigas Maristela Nunes e Eliane Klucinec pela ajuda nas pesagens das aves do experimento. Sem esquecer da cooperação dos meus alunos do Colégio Agrícola Adroaldo Augusto Colombo – Palotina, PR, e também aos acadêmicos da Universidade Federal do Paraná, do Curso de medicina veterinária.

“Tendo amor e saúde, da vida não reclamo”,
eu amo a vida que levo,
e levo a vida que amo...” (Tião Carreiro)

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a importância e os efeitos do CO₂ na incubação de ovos de frango de corte. A manutenção dos níveis corretos de CO₂ durante todo ciclo de incubação tem um efeito benéfico no desenvolvimento e crescimento do embrião. O trabalho foi dividido em dois experimentos: no incubatório os ovos foram submetidos a diferentes níveis de CO₂ até o décimo dia de desenvolvimento embrionário. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 com duas linhagens (Cobb 500 e Ross 308) e quatro níveis de CO₂ (4.000 ppm, 6.000 ppm, 8.000 ppm e 10.000 ppm) totalizando 8 tratamentos, com 6 repetições de 84 ovos cada. O segundo experimento consistiu em analisar o desempenho zootécnico das aves do primeiro experimento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos, 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais, com uma lotação de 30 aves por unidade. O total de nascimento foi maior no tratamento com o nível de 4.000 ppm de CO₂ e menor no tratamento de 10.000 ppm de CO₂. Os pintainhos da linhagem Cobb, no nascimento obtiveram um maior peso relativo em relação à linhagem Ross. A porcentagem de perda de umidade foi maior quando os ovos foram expostos a 10.000 ppm de CO₂. O ganho de peso dos frangos até os 35 dias de vida foi maior nos tratamentos de 10.000 e 8.000 ppm em relação aos níveis 6.000 e 4.000 ppm. Pode-se concluir que níveis de CO₂ influenciam nos resultados pós-eclosão e no desempenho a campo, níveis de 4.000 proporcionam uma melhor eclosão, e também que níveis com 8.000 e 10.000 ppm de CO₂ resultaram em melhores resultados até os 35 dias de vida do frango de corte.

PALAVRAS-CHAVE: incubação, CO₂, frango de corte, desempenho.

ABSTRACT

The main aspects and the effects of CO₂ levels in hatchability of day old chick was the aim of this study. The maintenance of correct levels of CO₂ during all the incubation period has a benefit in the correct embryo development and growth. The study was divided in two parts: at hatchery the eggs were exposed to different levels of CO₂ until Day 10 of embryo development. The experimental design was customized randomized in a factorial 2 x 4 with two breeds (Cobb 500 and Ross 308) and four levels of CO₂ (4000 ppm, 6.000 ppm, 8.000 ppm e 10.000 ppm) with 8 treatments, 6 repetitions with 84 eggs each one. The second experiment was conducted to analyze the offspring performance with the same 8 treatments, 4 repetitions each one, in a total of 32 experimental units. There were 30 birds per pen. The best hatch was the 4000 ppm CO₂ level and the worst was the 10000 ppm CO₂ level. Cobb 500 offspring had better weight than Ross 308 at hatch moment. The moisture loss was higher at 10000 ppm CO₂ level. The broiler live weight until 35 days of age was higher for 10000 and 8000 ppm CO₂ level in comparison to 6000 and 4000 ppm CO₂ level. In conclusion, the CO₂ levels had influence at pos hatch results and broiler performance, the 4000 ppm CO₂ level had the best hatch and 8000 and 10000 ppm CO₂ level had the best results in broilers until 35 days of age.

KEY WORDS: incubation, CO₂, broiler, performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fatores que influenciam na incubação.....	18
Figura 2. Desenvolvimento embrionário, aos seis dias, de ovos submetidos a incubadoras de estágio único e múltiplo estágio.....	19
Figura 3. Mortalidade embrionária incidente durante fases críticas do desenvolvimento embrionário.....	26
Figura 4: Incubadoras utilizadas no experimento.....	32
Figura 5: Painel de controle dos parâmetros das incubadoras utilizadas no experimento.....	33
Figura 6: Carrinho de incubação.	34
Figura 7: Carrinho com os pintainhos recém nascidos correspondentes a um dos tratamentos do experimento.....	34
Figura 8: Pesagem dos pintainhos logo após o nascimento.	35
Figura 9: Perda de umidade da linhagem Cobb submetida a diferentes níveis de CO ₂ durante a incubação.....	38
Figura 10: Porcentagem de eclosão de ovos submetidos a diferentes níveis de CO ₂	38
Figura 11: Peso do pintainho Cobb submetido a diferentes níveis de CO ₂ durante a incubação.....	41
Figura 12: Comprimento do intestino de pintainhos Cobb submetidos a diferentes níveis de CO ₂ durante a incubação.	41
Figura 13: Peso relativo da gema de pintainhos Cobb submetidos a diferentes níveis de CO ₂ durante a incubação.	41

Figura 14: Ganho de peso aos 7 dias de duas linhagens, Cobb e Ross, submetidas a diferentes níveis de CO₂, durante a incubação.43

Figura 15: Consumo de ração aos 7 de duas linhagens, Cobb e Ross, submetidas a diferentes níveis de CO₂, durante a incubação.43

Figura 16: Ganho de peso a 1 aos 21 dias de duas linhagens, Cobb e Ross, submetidas a diferentes níveis de CO₂, durante a incubação.44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção de aves nos municípios sede dos complexos industriais avícolas das cooperativas da região Oeste Paranaense (2000 e 2008).	15
Tabela 2. Troca gasosa durante a incubação /1000 ovos.....	21
Tabela 3. Níveis aceitáveis de CO ₂	24
Tabela 4. Efeito da concentração de CO ₂ na incubadora sobre a eclodibilidade das aves.....	25
Tabela 5. Peso do ovo no momento da incubação, peso do ovo na transferência para o nascedouro, porcentagem de perda de umidade, porcentagem de eclosão, e peso dos pintainhos de duas linhagens de frango de corte submetidas a quatro diferentes níveis de CO ₂ na incubação.	37
Tabela 6. Peso do pintainho, peso relativo do coração, peso relativo do intestino, comprimento do intestino, peso relativo do saco vitelino, peso relativo do fígado de duas linhagens de frango submetidas no período de incubação a diferentes níveis de CO ₂	40
Tabela 7. Peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (CA) de duas linhagens de frangos aos 7 dias, submetidas a diferentes níveis de CO ₂ durante o desenvolvimento embrionário.....	42
Tabela 8. Ganho de peso, consumo de ração, e conversão alimentar, do 1 ao 21 dias, de duas linhagens de frango de corte, submetidas a diferentes níveis de CO ₂ durante o desenvolvimento embrionário.....	44
Tabela 9. Ganho de peso, consumo de ração, e conversão alimentar, dos 21 aos 42 dias, de duas linhagens de frango de corte, submetidas a diferentes níveis de CO ₂ durante o desenvolvimento embrionário.....	45
Tabela 10. Ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, e IEP do 1 aos 42 dias, de duas linhagens de frango de corte, submetidas a diferentes níveis de CO ₂ durante o desenvolvimento embrionário.....	46

Tabela 11. Peso vivo, peso da carcaça, rendimento de carcaça, peso relativo do peito, peso relativo das pernas, peso relativo do coração e peso relativos do fígado, de duas linhagens de frango de corte submetidos a diferentes níveis de CO ₂ durante o desenvolvimento embrionário.....	47
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Evolução da Avicultura	14
2.2 Avicultura no Paraná.....	15
2.3 Evolução dos incubatórios	16
2.4 Incubação	17
2.5 Incubadoras	17
2.6 Tipos de máquinas.....	18
2.7 Trocas Gasosas.....	19
2.8 Consumo de Oxigênio	20
2.9 Hipóxia.....	22
2.10 Tolerância ao Dióxido de Carbono.....	23
2.11 Desenvolvimento embrionário	24
2.12 Mortalidade embrionária	26
2.13 Aumento gradual da concentração de CO ₂ nos primeiros dez dias de incubação	27
2.14 Relação pH e CO ₂	29
2.15 Síndrome da ascite.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 Experimento I – Incubação	32
3.2 Experimento II: Ensaio de desempenho	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5 CONCLUSÃO	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	52

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira se encontra em amplo desenvolvimento tecnológico e comercial, isso devido a um maior consumo interno, ao menor preço da carne de frango em relação às demais, ao aumento das exportações, à alta tecnologia aplicada, e a eficiência de produção, o que torna o seu custo favorável. A produção avícola tem evoluído muito nos últimos anos, devido aos avanços na genética, manejo e nutrição animal. Cada vez mais se busca a qualidade para atender as exigências dos consumidores.

Na cadeia produtiva de aves, o incubatório se caracteriza como uma indústria de transformação biológica, a qual transforma o ovo embrionado (matéria prima) em pintainhos de um dia (produto final). O processo de incubação representa cerca de 30% do período de vida de um frango de corte, assim limitações ou um inadequado processo de incubação aumenta custos, diminui a qualidade e afeta o desempenho futuro das aves.

A incubação artificial é realizada em incubadoras, as quais devem proporcionar o controle de diversos fatores, tais como temperatura, umidade relativa, fluxo de O_2 (oxigênio) e CO_2 (dióxido de carbono), sendo o mecanismo de trocas gasosas um dos fatores essenciais na incubação. Para favorecer o metabolismo no desenvolvimento de um pintainho saudável, oxigênio deve ser fornecido e gás carbônico retirado na forma de dejetos dos ovos. Consequentemente, a manutenção dos níveis adequados de CO_2 durante todo o ciclo de incubação tem um efeito benéfico no desenvolvimento do sistema circulatório e no crescimento do embrião.

O CO_2 atua como estimulante do desenvolvimento embrionário, podendo melhorar ou piorar os resultados pós-eclosão. Este gás é requerido em diferentes concentrações em todo o processo de incubação. Porém níveis ideais de CO_2 até o décimo dia de desenvolvimento embrionário ainda são contrastantes na literatura.

O objetivo do trabalho foi verificar os resultados pós-eclosão, e o desempenho técnico até aos 42 dias, de duas linhagens de frango de corte (Cobb 500 e Ross 308) submetidas a diferentes níveis de CO_2 , nos primeiros 10 dias de incubação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Evolução da Avicultura

No período compreendido entre o início dos anos 1970 e a primeira década do século XXI ocorreram várias modificações na estrutura produtiva de frangos (BELUSSO, 2010). Segundo Belik (2007), nos anos entre 1960 e 1970 existiu nitidamente uma política agroindustrial no Brasil, baseada na integração entre a agropecuária e a indústria processadora que visou agregar valor aos produtos agrícolas exportados e teve como expressão maior a criação do Fundo Geral para a Indústria e Agricultura (Funagri), cuja função foi fundamental na indústria de carnes.

Entre 1930 e 1996, a capacidade de crescimento dos frangos (conversão ração/carne) aumentou 65% com diminuição de cerca de 50% na quantidade de ração consumida (ALVES FILHO, 1999), o que representa ganhos em termos de faturamento industrial.

Em 2004 o Brasil conquistou a liderança mundial nas exportações de frango, quando ultrapassou os Estados Unidos, que era o maior produtor de frangos do mundo. As exportações brasileiras e o seu aumento foram motivados pela *Influenza Aviária*, cujo surto, ocorrido desde o final de 2003, prejudicou a produção e causou o sacrifício de mais de 120 milhões de aves na Ásia (MARTINS, 2005).

Pode-se afirmar que a avicultura atual apresenta características diferentes das de quatro décadas atrás, por ter experimentado muitas mudanças estruturais e incorporado novas tecnologias (DÍAZ, 2007). A avicultura brasileira alcançou, nos últimos 30 anos, níveis de produtividade e ajustes na organização e coordenação das suas atividades que as colocam como uma das mais competitivas do mundo. A atividade atual baseia-se na estratégia de parceria ou integração entre agroindústria e produtores, com investimentos na modernização dos processos ao longo da cadeia produtiva, desenvolvimento e aperfeiçoamento na logística com otimização da produção, desde a distribuição de pintainhos de um dia e das rações aos produtores até a entrega do produto no varejo ou portos para exportação (MIELE).

2.2 Avicultura no Paraná

A Mesorregião Oeste Paranaense é uma grande produtora de frangos de corte e se destaca na forte presença de indústrias abatedoras pertencentes às cooperativas agrícolas. O crescimento tem sido tão grande, que hoje o Estado do Paraná lidera a produção e exportação de carnes de frangos (BELUSSO, 2010).

Esta expansão na região pode ser verificada por meio dos dados da Pesquisa Pecuária Municipal, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A avicultura cresceu no Brasil e em todo o Estado do Paraná e a região oeste superou o índice do crescimento estadual. O aumento na produção de aves foi influenciado pela entrada das cooperativas no segmento avícola. Na região Oeste do Paraná são cinco cooperativas de produção de frangos de corte, são elas: Copacol na cidade de Cafelândia, Coopavel na cidade de Cascavel, Coopagril na cidade de Marechal Cândido Rondon, Lar na cidade de Matelândia e C.Vale na cidade de Palotina (Tabela 01) (BELUSSO, 2010).

Tabela 1. Produção de aves nos municípios sede dos complexos industriais avícolas das cooperativas da região Oeste Paranaense (2000 e 2008).

Municípios	2000	2008	Crescimento %
Cafelândia	2.176.000	3.849.970	76,92
Cascavel	3.999.800	5.037.129	25,93
Mal. C. Rondon	691.850	1.440.000	108,13
Matelândia	1.125.000	2.394.535	112,84
Palotina	2.407.680	5.280.000	119,29

FONTE: PESQUISA PECUÁRIA MUNICIPAL – IBGE, citado por Belusso (2010).

O primeiro semestre de 2010 foi o melhor dos últimos quatro anos para as exportações de frango de corte pela avicultura paranaense. De acordo com dados do Sindiavipar (Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná), com base em levantamento da Secretaria do Comércio Exterior (SECEX), vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, ao todo as exportações paranaenses atingiram a marca de 477.291.425 kg de carne de frango nos primeiros seis meses de 2010. O volume foi quase 1% superior ao mesmo período de 2009, quando foram exportados 473.971.302 quilos. Em volume, o Paraná ultrapassou Santa Catarina nas exportações nos primeiros seis meses de

2010, ocupando a posição de maior exportador do país no período. Ao todo, as exportações no primeiro semestre no estado tiveram um faturamento superior a 780 milhões de dólares, um crescimento de 14,25% em relação a 2009, e atingindo a maior marca das exportações paranaenses nos últimos quatro anos (PORTALDOAGRONEGOCIO, 2010).

2.3 Evolução dos incubatórios

Evidências datadas do século IV a.C. mostraram que os egípcios, além de criar galinhas, também eram capazes de fazer incubação de ovos em larga escala. O Egito e a China Antiga foram sociedades de massa que dominaram essa tecnologia. Cerca de 4.000 anos atrás, os egípcios inventaram incubatórios com capacidade de chocar de 10 a 15 mil pintainhos. Os egípcios construíram chocadeiras de tijolos de barro na qual o fogo era mantido aceso por um assistente que, sem qualquer outro tipo de termômetro senão a própria pele, ajustava a queima para manter a temperatura ao nível requerido para o processo de incubação. Suas estruturas não só serviam para a incubação como também para a criação dos pintainhos até que eles tivessem preparados para viverem sem aquecimento. Esse processo de incubação foi uma das mais notáveis realizações tecnológicas dos povos que construíram as pirâmides (ARASHIRO, 1989, citado por PIAIA, 2005).

A especialização e tecnologia das incubadoras apareceram no Egito milênios antes de elas se estabelecerem em qualquer outro lugar no mundo. As incubações de milhares de ovos de uma só vez requeriam grandes plantéis de galinhas e métodos avançados de coleta e identificação de ovos férteis, o que, implicava em alta eficiência no manejo das aves e dos ovos (MENDES et al., 2004). Piaia (2005) cita que de um modo semelhante, os chineses aprenderam a técnica de incubação de um grande número de ovos pela necessidade de alimentar os trabalhadores que construíram a Grande Muralha da China. Dessa forma, egípcios e chineses dominaram por séculos os conhecimentos referentes à incubação, mesmo que, de maneira prosaica e primitiva.

O primeiro incubatório artificial na era moderna surge por volta de 1880 nos Estados Unidos com a especialização dos setores em produção de pintainhos. A partir daí foi instalado uma fábrica de chocadeiras na Califórnia e, em 10 anos, seis

outros incubatórios foram instalados na região, tornando-se a Califórnia o maior pólo produtor de ovos daquela época (FABRIS, 2000).

2.4 Incubação

O objetivo da incubação artificial é a transformação de ovos embrionados em pintainhos de um dia. A incubação não pode modificar os fatores que interferem com a qualidade do produto final tais como a genética, nutrição e manejo da granja de reprodutores. No entanto, para que se possa obter bons resultados e evitar problemas no decorrer deste processo, deve-se existir um perfeito entrosamento entre os processos de produção dos ovos embrionados (granja de matrizes) e os de transformação (incubatório) (BRITO, 2006). O processo de incubação é dependente de fatores físicos como a temperatura, a umidade relativa, a viragem dos ovos, a ventilação, e fatores fisiológicos (TONA et al., 2003).

2.5 Incubadoras

Dependendo do tipo de máquina e da recomendação do fabricante pode ser feito uma pré-incubação, que é a retirada dos ovos do local de armazenagem em torno de 6 horas antes da colocação na máquina incubadora e levados para uma sala com temperatura de 24 a 27°C e uma boa circulação de ar. A temperatura utilizada na incubação é praticamente a mesma para todas as incubadoras, 99° F (37,2 °C) e 86% de umidade de bulbo úmido.

As incubadoras possuem constante interação entre o embrião e o ambiente da incubadora. Fatores diversos tais como genética, manejo das matrizes, idade do lote e dos ovos, tamanho dos ovos e porosidade da casca, conferem a cada lote de ovos características únicas. Apesar disto, os sistemas de incubação tradicionais somente programam e controlam os parâmetros intermediários de incubação tais como, índices de ventilação, temperatura e umidade do ar no interior da incubadora (AIRSTREAMER, 2010). A eclosão e a qualidade do pintainho são muito superiores graças ao controle ativo dos parâmetros de durante a incubação (Figura 1).

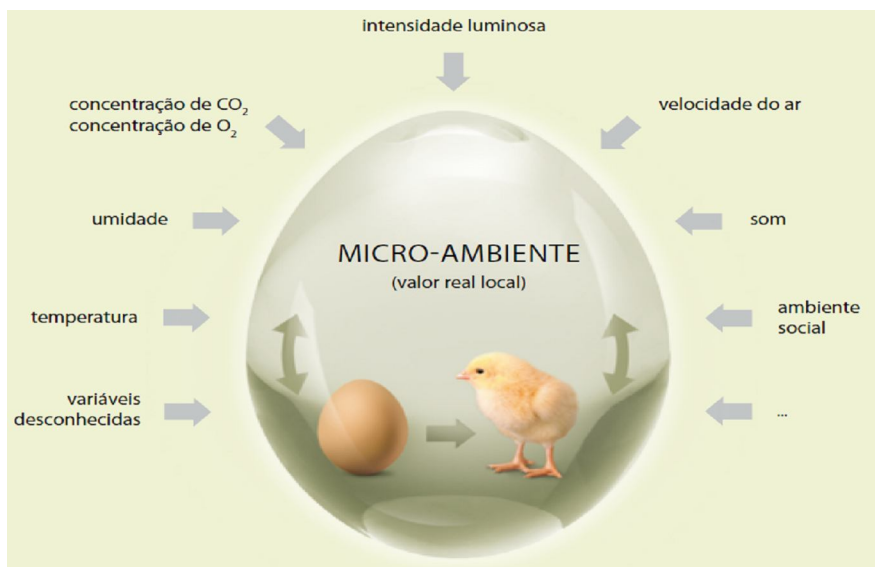


Figura 1: Fatores que influenciam na incubação.

Fonte: AIRSTREAMER, Conceito da incubadora, 2010.

2.6 Tipos de máquinas

Hoje a incubação de ovos de frango tornou-se um processo altamente controlado durante o qual a temperatura, umidade, oxigênio e concentrações de CO_2 criam o ambiente ideal para o desenvolvimento embrionário. A composição do meio ambiente gasoso na incubadora desempenha um papel importante pela manipulação das condições de incubação, sendo capaz de influenciar as trajetórias de desenvolvimento no embrião dos pintainhos. Estudos em máquinas de estágio único mostraram que maiores concentrações de CO_2 na incubadora, pela não ventilação durante os primeiros 10 dias de incubação, melhoraram o desempenho do embrião e ainda influenciou positivamente o crescimento no frango de corte (DE SMIT et al., 2008).

Em máquinas de estágio único, a temperatura pode ser alterada com a finalidade de mudar o crescimento do embrião e estimular o aumento de produção de calor animal, começando com temperatura mais alta e reduzindo em diferentes etapas até a transferência.

Os sistemas de incubação de estágio único estão gradualmente sendo adquiridos, isto não é sem razão, visto as vantagens desse sistema que incluem melhores resultados para incubação bem como pintainhos mais fortes. Total controle

e flexibilidade dos sistemas de fase única permitem avanços contínuos no sentido de obter crescimento mais rápido e melhor conversão das aves. A incubação de estágio único fornece resultados que excedem os das máquinas de múltiplos estágios, como a qualidade do pintainho e as taxas de eclosão (JAMESWAY, 2010).

Os resultados em máquinas de estágio único também têm demonstrado redução da mortalidade da primeira semana no frango de corte. Possui a capacidade de manter o controle total dos parâmetros de incubação, que permite a excelente qualidade do pintainho. Na máquina de múltiplo estágio se utiliza as médias das variáveis de incubação, pois trabalha-se com várias idades dos embriões dentro da incubadora. A figura 2 demonstra a diferença no crescimento do embrião nas diferentes incubadoras, aos seis dias. No ovo da esquerda, que representa o da incubadora de estágio único, pode-se observar um maior desenvolvimento em relação ao ovo da direita da máquina de múltiplo estágio. Isso ocorre devido à possibilidade de controle das variáveis na incubação, como o CO_2 .



Figura 2. Desenvolvimento embrionário, aos seis dias, de ovos submetidos a incubadoras de estágio único e múltiplo estágio.

Fonte: Jamesway, 2010.

2.7 Trocas Gasosas

As trocas de gases num ser vivo são usualmente associadas à inspiração periódica de ar, contendo vapor d'água (H_2O), carregando oxigênio (O_2) por meio

dos capilares dos pulmões e removendo o dióxido de carbono (CO_2) do sistema respiratório pela expiração. Esse processo é comandado pela contração de músculos de acordo com a demanda metabólica do organismo, que por sua vez é controlada pelo sistema nervoso. Como nesse caso uma atividade muscular está presente, tal mecanismo demanda gasto de energia. Já no caso dos ovos de aves, nenhum movimento respiratório é produzido, não existindo correntes de ar dentro do ovo que transporte O_2 da atmosfera até os capilares do pulmão (PIAIA, 2005).

Durante o desenvolvimento do embrião, o fluxo metabólico dos gases e da água é limitado pela difusão através dos poros na casca do ovo, provocado pela diferença de concentração dos gases entre o interior e o exterior dos ovos, capturando o O_2 e liberando o CO_2 . No primeiro período que se estende até o décimo oitavo dia de incubação, a respiração ocorre por meio de capilares por onde é trocado o O_2 e o CO_2 . No segundo período que vai do décimo oitavo ao vigésimo primeiro dia a água perdida é repostada por gás, formando-se uma câmara de ar numa das extremidades do ovo. O embrião passa então a respirar a partir do ar contido na câmara, inflando os pulmões e os sacos de ar pela primeira vez (PIAIA, 2005).

O ambiente gasoso em torno de ovos antes e na incubação, possui efeitos sobre a sobrevivência e o desenvolvimento de embriões, na eclosão dos ovos e na qualidade dos pintainhos nascidos. As trocas gasosas são de fundamental importância para o desenvolvimento embrionário durante a incubação (TULLETT, 1990).

A embriogênese também é um processo fisiológico sensível à hipóxia e o desenvolvimento embrionário depende da perfeita sincronização dos fatores que compõem a incubação artificial de ovos. Durante esse período, as trocas gasosas, especialmente a oxigenação sanguínea do embrião, são realizadas por meio de centenas de poros existentes na casca dos ovos das aves (GONZALES et al., 1994).

2.8 Consumo de Oxigênio

Geralmente, o índice de oxigênio do ar nos setores de incubação permanece em aproximadamente 21%, podendo haver alguma variação no nascedouro onde as quantidades elevadas de dióxido de carbono são produzidas pelos pintainhos recentemente chocados. O perigo principal nestes casos, é que os níveis elevados

do dióxido de carbono se tornam tóxicos. A eclodibilidade diminui aproximadamente 5% para cada 1% de O_2 a menos do índice de 21% no ar (MAULDIN, 2003). Desde que 1.000 ovos requerem 4 m^3 de ar fresco por dia (oxigênio no ar em 21%) até o 18º dia de incubação, uma incubadora com capacidade de 40.000 ovos necessita 162 m^3 de ar fresco por dia, ou aproximadamente 8 m^3 /h. Conseqüentemente, deve-se renovar o ar na incubadora aproximadamente oito vezes em um dia ou uma vez a cada 3 horas. Esta taxa da troca de ar é o mínimo requerido (PIAIA, 2005).

As taxas de troca do ar na maioria de máquinas são geralmente mais do que adequadas. Em alguns casos, cuidado deve ser tomado para assegurar que esse excesso de troca gasosa não cause uma perda excessiva correspondente da umidade relativa transformando-se em um problema (MAULDIN, 2003). A Tabela 2 apresenta as trocas gasosas durante a incubação para cada 1000 ovos:

Tabela 2. Troca gasosa durante a incubação /1000 ovos.

Dias de incubação	Absorção de oxigênio (m^3)	Liberação de dióxido de carbono (m^3)
1	0,014	0,008
5	0,003	0,016
10	0,107	0,054
15	0,647	0,325
18	0,850	0,436
21	1,285	0,561

FONTE: MAULDIN (2003).

Nos últimos anos foi obtido ganhos nos parâmetros produtivos em frangos de corte. Em decorrência da alta taxa de crescimento dos animais, a embriogênese também sofreu modificações, uma vez que o tempo necessário à incubação dos ovos foi reduzido em 24 horas (COLEMAM e COLEMAN, 1991). A embriogênese é um processo fisiológico bastante sensível a hipóxia e o desenvolvimento embrionário depende da perfeita sincronização dos fatores que compõem a incubação artificial dos ovos. A distribuição de oxigênio dentro dos ovos é influenciada pelo suprimento de oxigênio por difusão e pelo consumo de oxigênio pelos embriões. Sob temperaturas mais elevadas de incubação o consumo de oxigênio aumenta mais rapidamente do que o suprimento, o que provoca aumento da mortalidade (PIAIA, 2005).

A adequada ventilação durante a embriogênese foi estudada por Maxwell et al. (1990), os quais demonstraram que pintainhos sujeitos à hipóxia durante a incubação apresentaram lesões pulmonares e cardíacas precoces. Jaenisch et al. (1997) constataram que após a suplementação com 2% de oxigênio, totalizando 23% molar de oxigênio durante a incubação de ovos, houve redução parcial no grau de lesões no pulmão e coração das aves. O nível de oxigênio do ar no nível do mar é de aproximadamente 21%. É impossível aumentar esta porcentagem nas incubadoras a menos que oxigênio puro seja introduzido (PIAIA, 2005).

Durante a incubação, o consumo de oxigênio do ovo aumenta exponencialmente à medida que o embrião cresce rapidamente durante as primeiras duas semanas (VLECK et al., 1980; TAZAWA, 1980; GEFEN e AR, 2001). Na prática, os ovos de galinha estão sendo incubados em ambiente gasoso com 21% de O_2 na presença de CO_2 que pode ser até 0,5% nos diferentes períodos da incubação com o objetivo de alcançar desenvolvimento embrionário e eclodibilidade ótima. A ventilação da incubadora é projetada para fornecer O_2 de forma adequada para o embrião e eliminar o CO_2 excessivo (ONAGBESAN et al., 2007).

Os primeiros estudos de Cruz e Romanoff (1994) e Taylor et al. (1956), mostraram que embriões de aves são muito sensíveis à privação de O_2 durante a incubação inicial. Níveis de O_2 abaixo de 18%, aplicados durante os primeiros cinco dias de incubação, tornam a eclodibilidade deprimida. Níveis abaixo de 10% (correspondente à hipóxia aguda) causam mortalidade embrionária. Barrot (1937) relatou que a exposição contínua dos embriões a níveis de O_2 de 30 - 50% ao longo da incubação diminuíram a eclodibilidade. Estes resultados sugerem que altos níveis de O_2 podem ser benéficos ou prejudiciais em determinadas janelas de desenvolvimento durante a incubação (ONAGBESAN et al., 2007).

2.9 Hipóxia

As linhagens comerciais de frangos de corte são bastante sensíveis à deficiência de oxigenação tecidual (hipóxia). Essa predisposição é determinada pelo rápido crescimento corporal das aves que exige grande esforço metabólico e conseqüentemente maior demanda de oxigênio tecidual (JULIAN, 1993; JAENISCH et al., 2001). Todas as condições que reduzem o aporte de oxigênio ou que

aumentem a demanda de oxigênio pelos tecidos causam hipertensão pulmonar, sendo essa a causa mais freqüente de falhas cardíacas em frangos de corte (JAENISCH et al., 2005).

Trabalhos realizados por Maxwell (1990) e Bagley e Cristensen (1991) relataram que embriões sujeitos à hipóxia apresentaram lesões pulmonares e cardíacas precoces, que aceleraram a manifestação de problemas metabólicos como a ascite e morte súbita. Durante as fases de cria e terminação, os frangos de linhagens de crescimento rápido sofrem alterações do metabolismo basal, exacerbado por fatores ambientais e nutricionais tais como: temperaturas inadequadas, ventilação deficiente e dietas com altas densidades nutricionais (CALNECK et al, 1997; COELLO e AVILA, 2001, JAENISCH et al, 2001). Esses fatores determinam a excessiva demanda fisiológica, especialmente sobre o sistema cardio-respiratório da ave, desencadeando o processo de hipertensão pulmonar e progressivamente a hipóxia sistêmica e celular. O quadro é agravado por aumento da resistência ao fluxo sanguíneo no pulmão, desequilíbrio entre necessidade e fornecimento de oxigênio e insuficiência cardíaca que evolui para hipertensão pulmonar (JAENISCH et al., 2005).

2.10 Tolerância ao Dióxido de Carbono

A fração molar de CO_2 no ar atmosférico é de aproximadamente 0,0314. O CO_2 é um composto natural dos processos metabólicos no desenvolvimento embrionário. Os níveis do dióxido de carbono aumentam no ar dentro da incubadora quando há uma troca de ar insuficiente no ambiente de incubação. Embriões mais novos têm um nível de tolerância mais baixo ao CO_2 do que os mais velhos. O nível de tolerância do embrião ao CO_2 aumenta de forma linear do primeiro dia de incubação até o vigésimo primeiro dia (PIAIA, 2005).

Durante os primeiros quatro dias de incubação, o nível de tolerância ao CO_2 é de aproximadamente 0,3%. Os níveis do dióxido de carbono acima de 0,5% reduzem a eclodibilidade, com reduções que podem chegar a 1%. A mortalidade de todos os embriões ocorre em concentrações de 5% de CO_2 . Quando os pintainhos eclodem o nível de tolerância no nascedouro é de aproximadamente 0,75% de CO_2 (MAULDIN, 2003). Efeitos de eclodibilidade podem ser observados mesmo quando a

concentração de CO₂ está abaixo de 0,5% ou superior a 2% (MACARI e GONZALES, 2003).

A tabela 3 mostra os níveis aceitáveis de CO₂ nos ambientes de incubação:

Tabela 3. Níveis aceitáveis de CO₂.

Ambiente	CO ₂ máximo	
	Ppm	%
Incubadoras	3000	0,3
Nascedouros	5000	0,5
Sala de ovos	300	0,03

FONTE: MACARI e GONZALES (2003).

2.11 Desenvolvimento embrionário

O processo embrionário é dependente de reações embrionárias muito simples, onde o embrião utiliza principalmente o substrato da gema para realização das conversões energéticas, ou seja, transformação de carboidratos e gordura em energia. No entanto, todas estas reações são dependentes de duas variáveis: uma física (temperatura) e outra bioquímica (enzimas). A participação enzimática nas reações tem relação com a modulação da velocidade e da eficiência das reações, enquanto a temperatura pode influenciar na velocidade das reações (GIGLI, 2007):

- Baixas temperaturas: retardam a velocidade das reações.
- Altas temperaturas: aumentam a velocidade das reações.

Depois da postura, a temperatura do ovo cai abaixo do zero fisiológico (25-27 °C). O desenvolvimento embrionário ideal volta a ocorrer apenas quando a temperatura do ovo está entre 37-38°C. Durante a fase final do desenvolvimento embrionário, chamada maturação, o embrião passa por uma série de eventos que lhe permite viver no ambiente externo à casca. Durante a maturação, as principais glândulas iniciam a secreção hormonal, promovendo interação entre os órgãos, dentro da cadeia metabólica (CALIL, 2007). A taxa metabólica se estabiliza e atinge a fase de platô, aproximadamente no décimo nono dia de incubação.

Durante o desenvolvimento na incubadora, a temperatura da casca do ovo deve estar na faixa de 37,6-37,9 °C, durante os dois primeiros terços da incubação e, 38,1-38,8°C, durante os últimos dias no nascedouro. O embrião termina o

desenvolvimento histológico pulmonar quando bica a casca. A passagem da respiração cório-alantóidea para a respiração pulmonar se efetua de forma gradativa, iniciando-se entre dezoito e dezenove dias de idade, idade na qual o embrião bica a câmara de ar para produzir total mudança do tipo de respiração entre o vigésimo e vigésimo primeiro dia, instante em que começa a bicar a casca. Neste período, se torna imprescindível o fornecimento de ar fresco abundante para suprir a maior demanda de oxigênio que o embrião tem, caso contrário haverá elevada mortalidade (GIGLI, 2007).

Segundo Alda (2003), o período de desenvolvimento embrionário de três a cinco dias é considerado período crítico de incubação, pois, qualquer falha nesta etapa, produz acúmulo de dióxido de carbono (CO_2) no sangue do embrião, causando a sua morte. De acordo com a autora, a falha na renovação de ar na incubadora, provocando falta de oxigênio e excesso de gás carbônico para os embriões, também é provável causa de mortalidade quando do excesso de embriões mortos entre quinze e dezoito dias de incubação. Na última metade da incubação, é preciso manter ao mínimo a quantidade de anidro carbônico, o qual atua como estimulante do desenvolvimento embrionário.

Quando a concentração de dióxido de carbono está acima de 0,5% no ar circundante a incubação reduz. Para cada 1% de concentração de CO_2 que existir acima do normal, a eclodibilidade reduz em 5%. A Tabela 4 resume os efeitos de diferentes valores de concentração de CO_2 na incubadora, bem como seus resultados na eclodibilidade/mortalidade embrionária. Quando do momento da eclosão dos ovos, o nível de tolerância das aves é cerca de 0,75% no ar circundante (MAULDIN, s/d).

Tabela 4. Efeito da concentração de CO_2 na incubadora sobre a eclodibilidade das aves.

Concentração de CO_2 (%)	Efeito da eclodibilidade
> 0,5%	Redução na eclodibilidade
1,0%	Significante redução na eclodibilidade
5,0%	Letal ao embrião

Fonte: Mauldin s/d.

O papel do CO_2 durante a incubação demonstrou a influência acidificação rápida do albúmen, a liquefação do albúmen e da formação do fluido sub-

embrionário (BENTON e BRAKE, 1996; BRUGGEMAN et al., 2006). Como o CO_2 é altamente solúvel em albumina de ovo (VISSCHEDIJK, 1968), e os bicarbonatos são rapidamente formados no albúmen ocorrem efeitos ao redor do embrião em desenvolvimento. A liquefação precoce do albúmen também facilita a circulação de vários nutrientes do albúmen para o embrião (BURLEY e VADEHRA, 1989) e também reduz qualquer barreira física à difusão de O_2 para o embrião (MEUER e BAUMANN, 1988).

2.12 Mortalidade embrionária

Existem inúmeras causas para a mortalidade embrionária durante a incubação. Em termos gerais, a mortalidade embrionária é influenciada pela hereditariedade, nutrição, sanidade e manejo das matrizes, dos ovos e do ambiente de incubação (MAULDIN et al, 2007). De acordo com os autores, existem dois picos de mortalidade embrionária que estão relacionados ao modo como o embrião respira: o primeiro ocorre no terceiro dia de incubação e o segundo por volta dos 18 e 19 dias de incubação, conforme indica a Figura 3.

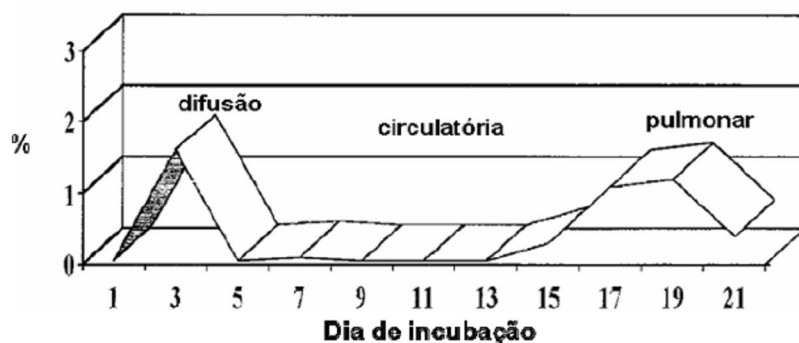


Figura 3. Mortalidade embrionária incidente durante fases críticas do desenvolvimento embrionário.

Fonte: MAULDIN et al., 2007.

A partir da fertilização até o segundo dia de incubação, o embrião recebe por difusão o oxigênio que está circundante no albúmen. Entre o segundo e terceiro dia de incubação, o coração do embrião começa a pulsar; após esta alteração o oxigênio é levado para os demais tecidos através do sistema circulatório. Alguns

embriões, no entanto, não conseguem realizar esta transição, ocorrendo mortalidade. Além disso, qualquer falha na incubadora durante esta etapa produz acúmulo de dióxido de carbono, o pH do sangue do embrião diminui, o que promove sua morte (GIGLI, 2007).

2.13 Aumento gradual da concentração de CO₂ nos primeiros dez dias de incubação

De Smit et al. (2006) mostraram que uma concentração de CO₂ aumentada durante os primeiros 10 dias de incubação, resultou em um maior peso absoluto e relativo do embrião, e também em maior peso corporal de pintainhos durante a pós-eclosão (ONAGBESAN et al., 2007). Durante muitos anos foi considerado que altas concentrações de CO₂ poderia ser prejudicial para o desenvolvimento embrionário e eclosão. Os resultados mostraram que um modesto aumento de CO₂ até 1% na incubadora durante os primeiros 10 dias de incubação aumentou realmente a eclodibilidade, e diminui a mortalidade do embrião. Gildersleeve e Boerschen (1983) relataram um aumento na eclosão de ovos de peru quando 3% de CO₂ foi injetado na incubadora nos primeiros 10 dias de incubação. Outros efeitos como o peso durante o desenvolvimento e peso do pintainho também têm sido relatadas quando os ovos de galinha foram incubados em níveis mais elevados de CO₂ durante a incubação inicial (WILLEMSSEN et al., 2008).

Os primeiros estudos de Taylor et al. (1956), Taylor e Kreutziger (1966) mostraram que com concentrações de CO₂ acima de 1% durante os primeiros quatro dias de incubação, 3% a partir dos 5 dias de incubação, e 6% entre 9 e 12 dias, de 8% durante os dias 13 e 16 ou superior a 7% a partir dia 17 a 20 de incubação, deprimiu a eclosão. A presença de níveis mais elevados de CO₂ de 6-7% diminui os níveis de O₂ na incubadora de forma significativa e agrava os efeitos prejudiciais de altos níveis de CO₂ (TAYLOR et al., 1971). No entanto, sugere um efeito sinérgico de CO₂ e O₂ em níveis elevados, que pode ser um efeito benéfico para o desenvolvimento do embrião. Romanoff e Romanoff (1933) e Barrott (1937) também relataram impacto negativo sobre a eclodibilidade de ovos de galinha quando os níveis de CO₂ na incubadora ultrapassaram 1% durante o início da incubação (ONAGBESAN et al., 2007).

Os primeiros estudos de Taylor et al. (1956), Taylor e Kreutziger (1966) mostraram que com concentrações de CO₂ acima de 1% durante os primeiros quatro dias de incubação, 3% a partir dos 5 dias de incubação, e 6% entre 9 e 12 dias, de 8% durante os dias 13 e 16 ou superior a 7% a partir dia 17 a 20 de incubação, deprimiu a aclosão. A presença de níveis mais elevados de CO₂ de 6-7% diminui os níveis de O₂ na incubadora de forma significativa e agrava os efeitos prejudiciais de altos níveis de CO₂ (TAYLOR et al., 1971). No entanto, sugere um efeito sinérgico de CO₂ e O₂ em níveis elevados, que pode ser um efeito benéfico para o desenvolvimento do embrião. Romanoff e Romanoff (1933) e Barrott (1937) também relataram impacto negativo sobre a clodibilidade de ovos de galinha quando os níveis de CO₂ na incubadora ultrapassaram 1% durante o início da incubação (ONAGBESAN et al., 2007).

Estudos mais recentes têm demonstrado que um aumento gradual nos níveis de CO₂ até 1,5% nos primeiros 10 dias de incubação, o crescimento do embrião e a eclosão foram maximizadas, e estimulou-se o início de incubação, tanto em frango como para peru (GILDERSLEEVE e BOEBSCHEN, 1983; HOGG, 1997; DE SMIT et al., 2006; TONA et al., 2006). Sadler et al. (1954) relataram que 4% de CO₂ estimulou o crescimento do embrião nas primeiras 48 horas de incubação.

Quando ovos de peru foram expostos a 0,3% de CO₂ durante os primeiros 10 dias de incubação, Gildersleeve e Boeschen (1983) encontraram menor mortalidade embrionária, e maior eclodibilidade. No entanto, eles verificaram uma diminuição na eclodibilidade quando os ovos foram expostos ao CO₂ apenas durante os primeiros 5 dias de incubação. Todas estas experiências revelaram um aumento da tolerância ao CO₂ com o aumento da idade embrionárias, embora não existam estudos recentes sobre o limite de tolerância para emissões de CO₂ durante a segunda fase incubação. A observação mais surpreendente do estudo foi à tolerância embrionária notável nas incubadoras até 0,4% de CO₂ entre o dia 10 e 18. Além disso, não houve efeito significativo na mortalidade embrionária (EVERAERT et.al, 2007).

Buys et al (1997) mostraram que os ovos incubados em uma ambiente de CO₂ elevado nasceram mais cedo do que aqueles em um ambiente com um nível de CO₂ normal. Além disso, os ovos de frangos que tinham sido incubados em uma ambiente com concentrações de CO₂, apresentaram uma menor incidência de ascite durante o período de crescimento.

Concentrações de CO_2 próximas a 0,9% parece ser o mais alto nível de tolerância nas primeiras semanas. Haring et al. (1970) relataram que o elevado nível de mortalidade embrionária após a exposição ao CO_2 de 0,6% para 24 horas, em qualquer momento durante os primeiros 10 dias de incubação resultou em malformações cardíacas e não cardíacas (ONAGBESAN et al., 2007).

No desenvolvimento do organismo, tais como embriões de aves, tornam-se cada vez mais claro que os níveis diferentes de CO_2 poderiam desempenhar um papel no desenvolvimento do embrião como uma construção (WALSBERG, 1980). Vários relatórios têm sugerido que níveis mais altos de CO_2 que são usados atualmente (0,1-0,5%) para a incubação artificial de ovos de aves, podem ser benéficos para o desenvolvimento embrionário e eclodibilidade de acordo com o tempo de aplicação na incubação. Os níveis de CO_2 até 1% (por aumento gradual dos níveis), durante os períodos de até 10 de dias incubação, o crescimento do embrião foi reforçada, estimulou-se o nascimento, e melhorou a eclodibilidade.

2.14 Relação pH e CO_2

Uma vez que a postura do ovo é realizada, o dióxido de carbono começa a escapar o que aumenta o pH do albúmen e em alguns dias o nível inicial de 7,3 sobe para 9,3 ou mais. É impossível que as bactérias entrem no ovo neste nível alto de pH. O nível é tão elevado que é questionável se essa condição é ideal para o desenvolvimento do embrião. As medidas no embrião após as primeiras horas/dias de incubação mostram que seu pH interno é aproximadamente de 8,3- 8,5, muito mais baixo que o nível utilizado pelo ovo para se proteger contra bactérias (MEIJERHOF E REIJRINK, 2008).

Quando a temperatura do embrião aumenta, ele começa a se desenvolver. Como o CO_2 é subproduto deste metabolismo, isto irá baixar o pH nas imediações em torno do embrião, criando uma “cobertura” de pH ideal para o desenvolvimento, enquanto o restante do ovo continua protegido contra as bactérias. O embrião espera ser aquecido pela galinha, através da temperatura de contato. Experiências de campo têm mostrado que a adição de CO_2 a um nível de 5000-7000 ppm nos primeiros 3-5 dias de incubação aumenta os resultados de nascimento e

especialmente a qualidade dos pintinhos quando a estocagem se estender além de 7-10 dias (MEIJERHOF E REIJRINK, 2008).

Os embriões expostos a concentrações de CO_2 elevado, uma acidificação ainda mais pronunciada ocorrem, acima da acidificação do desenvolvimento natural. Supondo-se que o embrião reage sobre este CO_2 elevado pela adaptação. Em primeiro lugar, a função renal pode ser estimulada, o que pode resultar em compensação, a fim de reagir à acidificação respiratória grave para tamponar o pH. Em segundo lugar, a mais elevada forma significativa de $[\text{HCO}_3^-]$ poderia ser o resultado de reabsorção de bicarbonato extra a partir da casca de ovo com o objetivo de tamponar os prótons resultantes da acidificação de CO_2 (EVERAERT, et al., 2008).

Meuer et al (1989) relataram que a exposição a altos níveis de CO_2 (3%) pode levar à diminuição da pH do sangue e tecidos do embrião que podem ter impacto sobre os processos celulares. Dawes e Simkiss (1969, 1971), Boutilier et al. (1977) demonstraram que o embrião de galinha é capaz de manter o pH do sangue, com pequenas alterações quando incubadas em condições de hipercapnia, seja no primeiro período ou no período de incubação. Os níveis de CO_2 até 9% não afetou o equilíbrio ácido-base no sangue durante os dias 12 a 17 de incubação (DAWES e SIMKISS, 1971). Isso tem sido mostrado ser devido à capacidade do embrião para gerar ou aumentar a reabsorção de bicarbonato (ONAGBESAN et al., 2007).

2.15 Síndrome da ascite

Frangos comerciais modernos são o resultado de intensa seleção focado durante muitos anos. Eles são altamente eficientes e crescem rápido (HAVENSTEIN et al., 2003). Este longo prazo de seleção para características de produção também levou a uma maior incidência da síndrome de ascite, com efeitos negativos sobre o animal, produção e bem estar. Essa doença metabólica resulta de um desequilíbrio entre a exigência de oxigênio necessário para satisfazer as demandas metabólicas da sua rápida taxa de crescimento e aporte insuficiente de oxigênio, devido ao subdesenvolvimento do sistema cardiovascular e pulmonar (DE SMIT et. al, 2008).

Para evitar a síndrome de ascite em frangos de corte comerciais, deve ser dada especial atenção ao bom manejo desses animais altamente produtivos. Este inclui a nutrição no crescimento inicial, imposição de temperatura ótima e horários de iluminação (DECUYPERE et al., 2000). Apesar de todas estas medidas de precaução, ascite ainda é uma das principais causas de perda econômica na indústria de frangos de corte (MAXWELL E ROBERTSON, 1998; KINUNG'HI et al., 2004). O pico de mortalidade devido à ascite ocorre no final do período de crescimento, mas pensa-se que a etiologia desta doença possa ter iniciado no desenvolvimento embrionário (DE SMIT et al., 2008).

Além das condições ambientais de incubação, a genética do pintainho também influencia a via de desenvolvimento embrionário. Frangos selecionados para características diferentes também diferem na sua trajetória de desenvolvimento embrionário (CLUM et al., 1995). Estudos comparando frangos de corte de diferentes susceptibilidades a ascite (DEWIL et al., 1996; BUYS et al., 1998; De SMIT et al., 2005) mostraram que estes diferiam nas características embrionárias. Linhagens sensíveis eclodiram mais tarde, tiveram menor concentração de hormônios da tireóide, e baixa pressão parcial de CO₂ e maior pressão parcial de O₂ na célula de ar durante as fases finais de desenvolvimento embrionário. Em um estudo anterior De Smit et al. (2006) citado por Smit et al. (2008), mostraram que ganho de peso embrionário, tempo de eclosão e composição do gás da célula de ar foram influenciados pela condição de ventilação durante os primeiros 10 dias de incubação.

Dewil et al. (1996), relataram que embriões de galinha sensíveis a ascite tiveram pesos inferiores do coração. No entanto, o moderno frango de corte tem um coração pequeno em relação ao seu tamanho corporal quando comparação com galinhas poedeiras, que estão menos suscetíveis para a síndrome de ascite (DE SMIT et al., 2008). O embrião de galinha consome mais de 60% oxigênio entre o início da respiração pulmonar e incubação, em comparação com as fases anteriores (VISSCHEDIJK, 1968), é possível que uma falta de oxigênio já aconteça durante esta fase (ONAGBESAN et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento I – Incubação

O experimento I foi conduzido no Incubatório da C.Vale – Cooperativa Agroindustrial, na cidade de Palotina – PR.

As incubadoras industriais utilizadas foram de estágio único da Jamesway série Platinum, com capacidade para incubar 120.960 ovos. Este modelo de máquina mede e controla o nível de CO_2 , permitindo fornecer uma quantidade ideal de oxigênio ao embrião conforme a idade e o desenvolvimento embrionário (Figura 4).



Figura 4: Incubadoras utilizadas no experimento.

No momento da incubação foi realizada a programação com o perfil desejado de CO_2 que se pretendia atingir nos primeiros 10 dias de incubação. A recomendação do fabricante das máquinas de incubação é utilizar 10.000 ppm até o décimo dia de incubação. Esse modelo de incubadora permanece completamente fechada até a obtenção do parâmetro de CO_2 . Quando o damper se abre, ocorre o início da ventilação externa. Quem define a quantidade de oxigênio a ser injetado a partir deste momento é o nível de CO_2 que foi determinado no perfil.



Figura 5: Painel de controle dos parâmetros das incubadoras utilizadas no experimento.

Foram utilizados 4032 ovos férteis, metade de matrizes da linhagem Cobb 500 e a outra metade da linhagem Ross 308. Os ovos eram provenientes de lotes de matrizes com a mesma idade (43 semanas). Estes foram previamente armazenados na sala de ovos por quatro dias antes do início do experimento, com temperatura de 18 a 20°C e 70% umidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 com duas linhagens (Cobb e Ross) e quatro níveis de CO₂ (4.000 ppm, 6.000 ppm, 8.000 ppm e 10.000 ppm) totalizando 8 tratamentos. Antes da incubação, todos os ovos de cada tratamento (504 ovos/trat.) foram pesados e distribuídos em 6 repetições contendo 84 ovos cada. Considerou-se a unidade experimental as 2 bandejas de 42 ovos. Estas bandejas contendo ovos das duas linhagens foram colocadas em 4 carrinhos de incubação (Figura 6) e incubados em 4 máquinas, de acordo com os tratamentos. Os níveis de CO₂ foram utilizados durante os primeiros dez dias do período de incubação e após este período todos os ovos foram submetidos ao mesmo nível de CO₂ (4.000 ppm) até a eclosão no vigésimo primeiro dia.



Figura 6: Carrinho de incubação.

Para avaliação da perda de umidade, no momento da transferência dos ovos das incubadoras para os nascedouros, entre o 18º e 19º dia as unidades experimentais contendo 84 ovos cada uma foram pesadas individualmente. Após a eclosão, no 21º dias, os pintainhos nascidos foram contados e subtraídos do total de ovos incubados para o cálculo do percentual de eclosão.

Cada caixa de eclosão contendo os pintainhos correspondentes as unidade experimentais das incubadoras foram pesados (Figura 7 e 8). Também estes pintainhos foram contados para se obter os dados de porcentagem de eclosão.



Figura 7: Carrinho com os pintainhos recém nascidos correspondentes a um dos tratamentos do experimento.



Figura 8: Pesagem dos pintainhos logo após o nascimento.

Foram sacrificados aleatoriamente 8 pintainhos de cada tratamento, dos quais foi obtido o peso do coração, do intestino, do fígado e do saco vitelino e o comprimento do intestino.

3.2 Experimento II: Ensaio de desempenho

O experimento de desempenho foi realizado no aviário experimental da Universidade Federal do Paraná, *Campus* Palotina. Foram alojados 960 pintainhos machos provenientes de ovos das linhagens Cobb e Ross submetidos a diferentes níveis de CO₂ nos primeiros 10 dias de incubação. As aves foram alojadas em um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2x4 (duas linhagens x 4 níveis de CO₂ na incubação), totalizando 8 tratamentos, cada tratamento com 4 repetições de 30 aves.

As aves foram alojadas em um galpão climatizado contendo placas evaporativas e exaustores de 15 m de comprimento e 12 m de largura, dividido em 32 boxes de 3,75 m². Foi utilizada cama do tipo maravalha sobre o piso. Os círculos de proteção foram montados em um terço do tamanho do box, que também possuía uma campânula como fonte de aquecimento para os pintainhos. Usou-se nos primeiros dias os comedouros e bebedouros infantis devidamente nivelados, após, comedouro tubular, e bebedouros.

A primeira abertura de espaço ocorreu 24 horas após o alojamento, passando a ser diária e gradativa, até a abertura total. A mudança para o comedouro principal foi feita de forma gradual durante os primeiros dias. Todos os comedouros e bebedouros foram ajustados diariamente para garantir o mínimo de desperdício de ração e fácil acesso às aves, para isso, a base dos comedouros foi nivelada na altura do dorso das aves. Foi utilizado o programa de luz contínuo durante os 42 dias. As temperaturas médias dentro do galpão foram de: máxima 30° C e mínima de 23° C, e umidade relativa de 74%.

As dietas nutricionais foram utilizadas conforme Rostagno et al (2011), fornecida a vontade em um programa de alimentação dividido em cinco fases (pré-inicial, inicial, crescimento I, crescimento II e abate).

As aves e as rações foram devidamente pesadas no 1, 7, 14, 21, e 42 dias de idade para avaliação de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). A mortalidade, bem como as sobras de ração, foram devidamente registradas para a determinação de consumo de ração pelas aves.

Para o rendimento de carcaça e seus respectivos cortes, aos 42 dias de idade, foram abatidas duas aves por unidade experimental (8 aves/tratamento), após o jejum de 8 horas. Para o cálculo do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo das aves que foram pesadas individualmente antes do abate. Para o rendimento dos cortes nobre, foi considerado o rendimento do peito inteiro com pele e ossos e pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele).

A fórmula de cálculo do IEP (Índice de Eficiência Produtiva) utilizada foi a seguinte:

$$\text{IEP: } \frac{\text{GMD (g)} \times \text{viabilidade}}{\text{CA} \times 10}$$

Viabilidade: percentual de aves vivas no final do lote;

GMD: ganho médio diário;

CA: conversão Alimentar

A análise estatística dos dados (experimento I e II) foi feita utilizando o Software SAS. As médias referentes às linhagens foram comparadas pelo teste de Tukey. E as médias dos níveis de CO₂ foram submetidas à análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A eficiência dos incubatórios é freqüentemente medida em termos de eclodibilidade. Se o número de nascidos férteis é reduzido, haverá o custo de uma ave não nascida, além disso haverá certamente perdas relacionadas à qualidade do pintainho e conseqüentemente poderá afetar o desempenho destas aves a campo.

Os resultados obtidos durante o experimento no incubatório estão descritos na tabela 5. Houve uma diferença significativa entre linhagens nos parâmetros de peso dos ovos incubados, peso dos ovos na transferência da incubadora para os nascedouros, e peso dos pintainhos. Nestas três variáveis, a linhagem Cobb apresentou-se superior a Ross.

Tabela 5. Peso do ovo no momento da incubação, peso do ovo na transferência para o nascedouro, porcentagem de perda de umidade, porcentagem de eclosão, e peso dos pintainhos de duas linhagens de frango de corte submetidas a quatro diferentes níveis de CO₂ na incubação.

	Peso do ovo Incubação, g	Peso do ovo transferência, g	Perda de Umidade ² , %	Eclosão ¹ , %	Peso do pinto, g
Linhagens					
Ross	64,01 ^b	57,76 ^b	9,76	89,78	44,94 ^b
Cobb	65,49 ^a	59,47 ^a	9,19	89,83	46,24 ^a
CO ₂ (ppm)					
4.000	64,88	58,51	9,82	91,17	44,98
6.000	64,59	58,74	9,06	90,38	45,88
8.000	65,24	59,23	9,21	89,29	45,94
10.000	64,80	57,97	10,54	88,39	45,55
Valores de P					
Linhagens	0,00013	0,0042	0,1205	0,9440	0,0043
Nível de CO ₂	0,0475	0,0882	0,0173	0,0401	0,3772
Linhagens x CO ₂	0,5190	0,3736	0,0202	0,1375	0,7362
CV%	1,16	3,15	13,04	2,70	3,24

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ²Cobb $\hat{Y} = 6,29488 + 0,00041440 x$, R²: 0,19; ¹ $\hat{Y} = 93,10503 - 0,00047123 x$, R²: 0,99.

Na figura 9, para a perda da umidade houve interação significativa entre as linhagens e os níveis de CO₂, necessitando de desdobramento, assim realizando-se uma análise de regressão para os níveis de CO₂ em cada linhagem. Não se verificou efeito do nível de CO₂ para linhagem Ross. Na linhagem Cobb houve uma menor perda de umidade com a diminuição de CO₂, de forma linear. Os ovos provenientes da linhagem Cobb, apesar de maiores, perderam menos umidade que os ovos da linhagem Ross quando submetidos a estes níveis de CO₂.

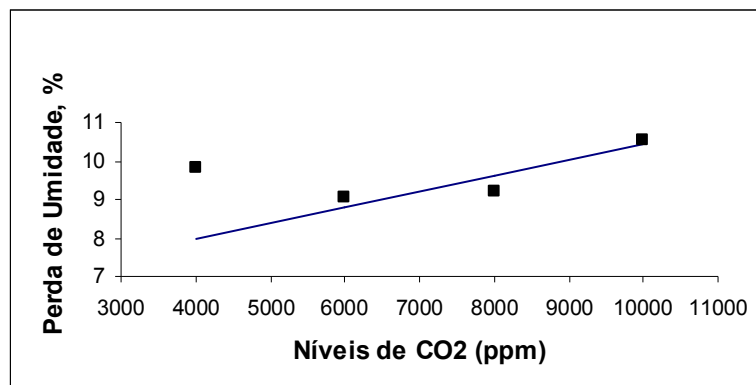


Figura 9: Perda de umidade da linhagem Cobb submetida a diferentes níveis de CO₂ durante a incubação.

A qualidade do pintainho e a eclodibilidade podem ser ideais quando os ovos perdem perto de 12% de seu peso de ovo fresco na perfuração da casca (ROSS TECH, 2010). A porcentagem de nascidos entre os quatro níveis avaliados apresentou diferença significativa, sendo o de melhor resultado com o nível de 4.000 ppm de CO₂ durante os primeiros dez dias de desenvolvimento embrionário. Esses dados apresentaram comportamento linear decrescente (Figura 10). Quando o nível de gás carbônico é elevado durante primeiros dias de incubação, também ocorre uma elevação deste gás dentro do ovo resultando assim em uma menor difusão de CO₂, devido à elevada porcentagem de CO₂ na atmosfera circundante, inibindo a entrada do oxigênio no ovo.

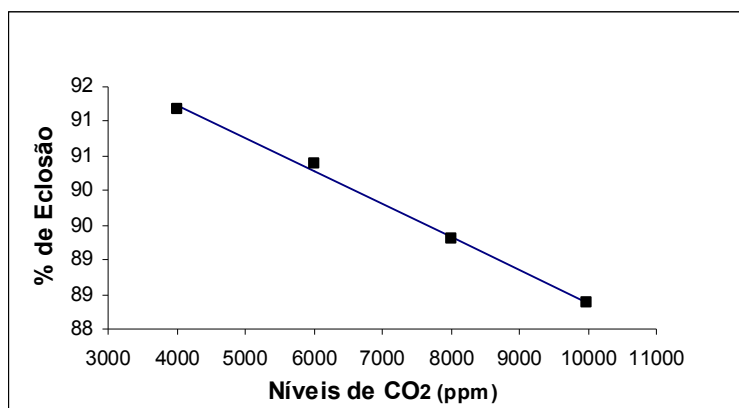


Figura 10: Porcentagem de eclosão de ovos submetidos a diferentes níveis de CO₂.

Este resultado é corroborado por Taylor e Kreutziger (1969), que encontraram altos níveis de CO₂ (> 8%) mostram ser prejudiciais para o desenvolvimento embrionário durante a incubação, enquanto que níveis mais baixos se mostram necessários para estimular o processo de incubação (VISSCHEDIJK,

1968a; BUYS et al., 1998; HASSANZADEH et al., 2002). Quando ovos de peru foram expostos a 0,3% de CO₂ durante os primeiros 10 dias de incubação, Gildersleeve e Boeschen (1983) encontraram menor mortalidade embrionária, má formação do embrião, e maior eclodibilidade.

O CO₂ é um produto do “metabolismo do embrião” sendo que a tolerância do embrião é de 0,25% (2.500 ppm) a 0,5% (5.000 ppm). Concentrações superiores a 2% (20.000 ppm) reduzem drasticamente a eclodibilidade (BRITO, 2006). Hogg (1997) encontrou um aumento de 2% na eclodibilidade quando ovos de Ross foram expostos a emissões de CO₂ até 1,5% (15.000 ppm) no dia 10 de desenvolvimento embrionário.

O dióxido de carbono é importante no desenvolvimento embrionário, mas níveis superiores a 1% é considerado deletério (OWEN, 1991). Estudos mais antigos discordantes mostram resultados que o elevado nível de CO₂ ajuda o embrião a desenvolver uma melhor tolerância ao dióxido de carbono. Este estudo conseguiram níveis de 2% de CO₂ no dia 11, e 4% no dia 12 até 18 dias (EVERAERT et al., 2007).

Romanoff e Romanoff (1933) e Barrott (1937) relataram impacto negativo sobre a eclodibilidade de ovos de galinha quando os níveis de CO₂ na incubadora ultrapassaram 1% durante a incubação. Estudos mais recentes têm demonstrado que um aumento gradual nos níveis de CO₂ até 1,5% nos primeiros 10 dias de incubação melhorou o crescimento do embrião, estimulou-se o início de incubação e a eclosão dos ovos, tanto de frango como de peru (GILDERSLEEVE e BOESCHEN, 1983; HOGG, 1997; De SMIT et al., 2006; TONA et al., 2006).

A manutenção dos níveis corretos de CO₂ durante todo ciclo de incubação tem um efeito benéfico no desenvolvimento do sistema circulatório e no crescimento do embrião. Além de aumentar o desenvolvimento dos embriões nas incubadoras, a estimulação pelo controle preciso de CO₂ conduz a uma melhor eclosão, redução na janela de nascimento e a uma melhor qualidade do pintainho.

O moderno frango de corte tem um coração pequeno em relação ao seu tamanho corporal quando em comparação com galinhas poedeiras, que são menos suscetíveis à síndrome de ascite (JULIAN, 2000; HASSANZADEH et al., 2005). Os relatórios são conflitantes sobre a massa do coração. Em alguns estudos o peso do coração permanece inalterado (DZIALOWSKI et al. 2002, ALTIMIRAS e PHU, 2000;

CHAN e BURGGREN, 2005) ou então diminui (RICHARDS et al., 1991) quando os embriões foram expostos à hipóxia.

Na tabela 6 são apresentados os valores dos pesos relativos do coração, intestino, saco vitelino e fígado e comprimento do intestino. Houve interação significativa para o peso dos pintainhos. Pintainhos da linhagem Cobb quando submetidos ao nível de 6.000 ppm de CO₂ apresentaram os maiores valores de peso em comparação aos pintainhos da linhagem Ross.

Quando se comparou o efeito quadrático para níveis de CO₂ em cada linhagem, observou-se efeito significativo apenas na linhagem Cobb, sendo o melhor peso dos pintainhos entre os níveis de 6.000 e 8.000 ppm de CO₂ (Figura 11).

Os resultados de peso do coração e peso do fígado não diferiram estatisticamente para os tratamentos avaliados. Para o comprimento do intestino houve interação significativa entre as linhagens e os níveis de CO₂. Quando se comparou o efeito dos níveis de CO₂ em cada linhagem, observou-se efeito significativo apenas para a linhagem Cobb, sendo que o nível de CO₂ de 10.000 ppm levou ao menor comprimento do intestino, e o maior no tratamento de 8.000 ppm, demonstrando um comportamento cúbico (Figura 12).

Tabela 6. Peso do pintainho, peso relativo do coração, peso relativo do intestino, comprimento do intestino, peso relativo do saco vitelino, peso relativo do fígado de duas linhagens de frango submetidas no período de incubação a diferentes níveis de CO₂.

	Peso do Pinto ³ , g	Coração, %	Intestino, %	Intestino ² , cm	Saco vitelino ¹ , %	Fígado, %
Linhagens						
ROSS	42,16 ^b	0,840	3,075	32,58	8,150	2,795
COBB	43,85 ^a	0,803	3,120	33,90	8,659	2,785
CO ₂ (ppm)						
4.000	42,25	0,842	3,118	33,84	6,948	2,816
6.000	43,97	0,780	2,792	33,46	9,811	2,669
8.000	43,85	0,822	3,261	34,02	9,255	2,860
10.000	41,96	0,842	3,219	31,64	7,829	2,821
Valores de F						
Linhagens	0,0140	0,1996	0,6981	0,0795	0,3880	0,8882
Nível de CO ₂	0,0712	0,3986	0,0231	0,0985	0,0037	0,2604
Linhagens x CO ₂	0,0001	0,3664	0,1382	0,0256	0,0368	0,9020
CV%	6,20	14,17	14,80	8,84	26,46	10,17

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

³Cobb $Y = 25,39461 + 0,00588 \cdot x - 4,16397 \cdot x^2$ R^2 0,99; ²Cobb $Y = -13,49436 + 0,00677 \cdot x - 4,65489 \cdot x^2$ R^2 1;

¹Cobb $Y = 117,39286 - 0,04098 \cdot x + 0,00000629 \cdot x^2 - 3,0454 \cdot x^3$ R^2 0,93.

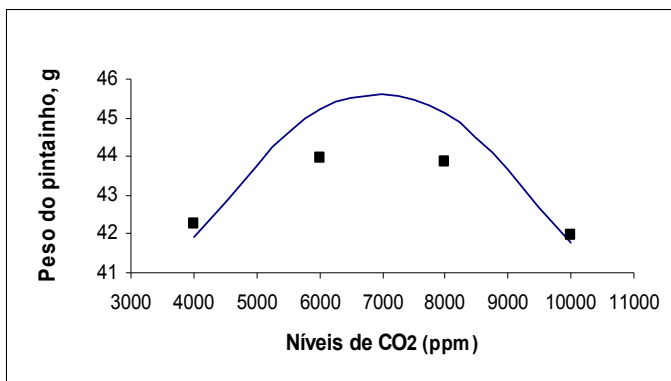


Figura 11: Peso do pintainho Cobb submetido a diferentes níveis de CO₂ durante a incubação.

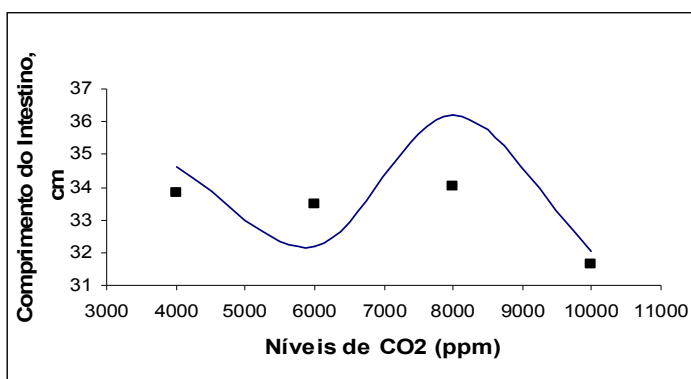


Figura 12: Comprimento do intestino de pintainhos Cobb submetidos a diferentes níveis de CO₂ durante a incubação.

Para o peso relativo do saco vitelino houve interação significativa entre as linhagens e os níveis de CO₂. No desdobramento da interação, observou-se efeito significativo dos níveis de CO₂ apenas para a linhagem Cobb. Níveis de 6.000 e 8.000 ppm foram associados aos maiores pesos relativos do saco vitelino (Figura 13).

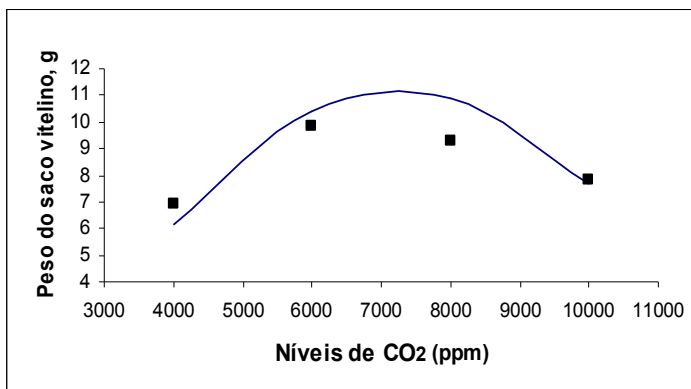


Figura 13: Peso relativo da gema de pintainhos Cobb submetidos a diferentes níveis de CO₂ durante a incubação.

É importante ressaltar que durante o período de nascimento o embrião passa pelas transições mais críticas de sua vida e, por isso, esse processo o estressa e o deixa em uma condição de exaustão energética e muscular como nenhuma outra fase de sua vida. A condição fisiológica dos embriões durante todo o ciclo das incubadoras e nascedouros tem sido extensivamente estudada e a tendência das linhas modernas como a Cobb e Ross é a mesma citada na literatura do século passado, entretanto os valores de consumo de O₂, geração de CO₂ e calor metabólico são significativamente diferentes, exigindo sistemas de incubação capazes de lidar com esse incremento metabólico (CALIL, 2010).

A suplementação de oxigênio em máquinas de incubação é uma metodologia que visa aumentar a capacidade pulmonar dos frangos ainda no período embrionário, uma vez que o fortalecimento do sistema cárdio-respiratório em frangos de corte é fator fundamental para a redução de grande parte dos problemas metabólicos, comuns nas atuais linhagens de frangos (JAENISCH, 2005). As aves do experimento foram abatidas em um abatedouro comercial e não foi observado incidência de ascite e problemas de contaminação foram considerados baixos.

Nas próximas tabelas e figuras são apresentados os dados referentes ao desempenho produtivo dos frangos de corte, aos 7 dias e por fase de criação.

Tabela 7. Peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (CA) de duas linhagens de frangos aos 7 dias, submetidas a diferentes níveis de CO₂ durante o desenvolvimento embrionário.

	Ganho de Peso ² , g	Consumo de Ração ¹ , g	CA
Linhagens			
Ross	145,50 ^b	171,14	1,178
Cobb	149,90 ^a	176,83	1,182
CO ₂ (ppm)			
4.000	135,83	162,41	1,197
6.000	135,88	160,16	1,179
8.000	159,39	189,47	1,192
10.000	159,71	183,91	1,152
Valores de P			
Linhagens	0,0463	0,0708	0,8984
Nível de CO ₂	0,0001	0,0001	0,6043
Linhagens x CO ₂	0,7867	0,1972	0,1385
CV%	4,01	4,89	6,08

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

²Y= 114,39292+0,00476*x R² 0,806; ¹Y=141,15377+0,00469*x R² 0,663.

Na tabela 7 pode ser observado que houve diferença significativa em ganho de peso das linhagens Ross e Cobb, sendo que a linhagem Cobb foi superior. A utilização crescentes de níveis de CO₂ de 8.000 e 10.000 ppm, de forma linear, independente da linhagem levaram aos melhores resultados de ganho de peso aos 7 dias . Este efeito foi observado no consumo de ração, entretanto apenas ao final da primeira semana. Também é importante ressaltar que não houve mortalidade nesta etapa (Figura 14 e 15).

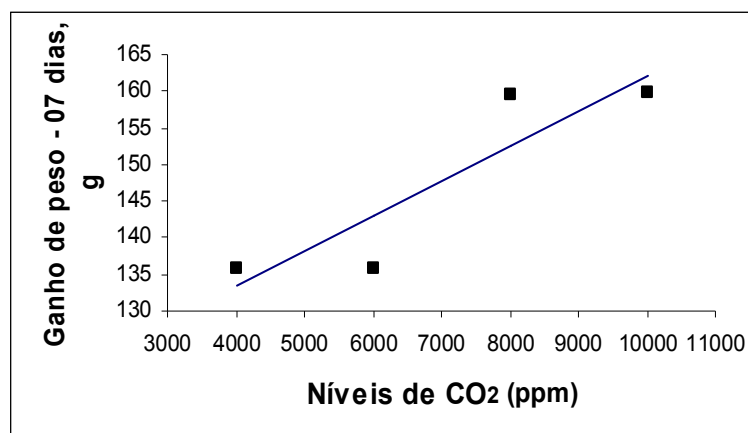


Figura 14: Ganho de peso aos 7 dias de duas linhagens, Cobb e Ross, submetidas a diferentes níveis de CO₂, durante a incubação.

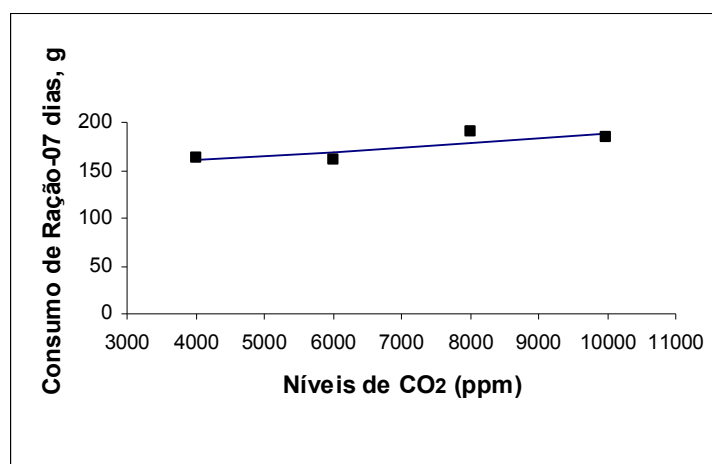


Figura 15: Consumo de ração aos 7 dias de duas linhagens, Cobb e Ross, submetidas a diferentes níveis de CO₂, durante a incubação.

A linhagem Cobb foi superior a Ross em ganho de peso, no período acumulado de 1 a 21 dias. A utilização de níveis de CO₂ de 8.000 e 10.000 ppm

independente da linhagem levaram aos melhores resultados neste mesmo parâmetro (Tabela 8).

Tabela 8. Ganho de peso, consumo de ração, e conversão alimentar, do 1 ao 21 dias, de duas linhagens de frango de corte, submetidas a diferentes níveis de CO₂ durante o desenvolvimento embrionário.

	Ganho de peso ¹ , g	Consumo de ração, g	CA
Linhagens			
Ross	1056,36 ^b	1437,65	1,423
Cobb	1081,67 ^a	1479,63	1,429
CO ₂ (ppm)			
4.000	1026,65	1430,35	1,457
6.000	1023,12	1413,79	1,445
8.000	1117,98	1510,53	1,410
10.000	1108,30	1479,90	1,392
Valores de P			
Linhagens	0,0332	0,1397	0,8253
Nível de CO ₂	0,0001	0,0734	0,2136
Linhagens x CO ₂	0,9459	0,9367	0,9840
CV%	2,96	5,33	4,70

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

¹ $Y = 950,07982 + 0,01699 \cdot x$ $R^2 = 0,736$.

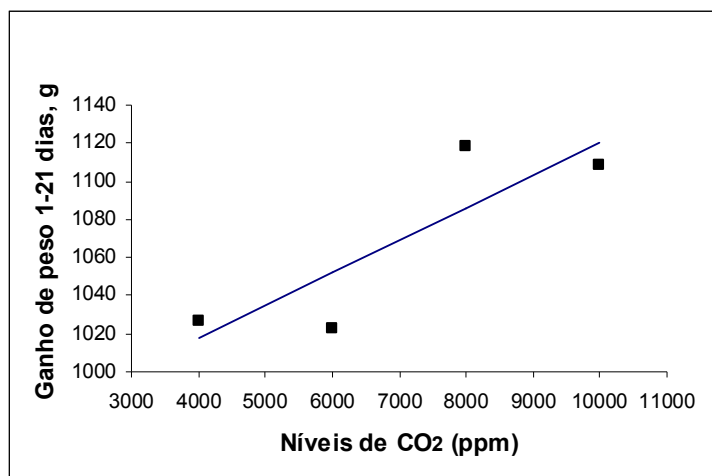


Figura 16: Ganho de peso a 1 aos 21 dias de duas linhagens, Cobb e Ross, submetidas a diferentes níveis de CO₂, durante a incubação.

No período acumulado de 21 a 42 dias, foi observado que o ganho de peso também foi maior para as aves da linhagem Cobb em relação a Ross (Tabela 9).

Tabela 9. Ganho de peso, consumo de ração, e conversão alimentar, dos 21 aos 42 dias, de duas linhagens de frango de corte, submetidas a diferentes níveis de CO₂ durante o desenvolvimento embrionário.

	Ganho de peso, g	Consumo De ração, g	CA
Linhagens			
Ross	2045,86 ^a	3290,81 ^a	1,605 ^a
Cobb	1957,11 ^b	2978,46 ^b	1,521 ^b
CO ₂ (ppm)			
4.000	2010,22	3101,04	1,538
6.000	1979,49	3120,89	1,575
8.000	2020,47	3135,46	1,549
10.000	1995,76	3181,15	1,590
Valores de P			
Linhagens	0,0190	0,0001	0,0015
Nível de CO ₂	0,8586	0,8155	0,3932
Linhagens x CO ₂	0,9603	0,4626	0,2476
CV%	4,99	5,49	4,23

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As linhagens Ross e Cobb apresentam diferentes pontos de inflexão da curva de crescimento. A linhagem Cobb tem uma taxa de crescimento inicial acelerada e com o avanço da idade, a taxa desacelera, com menores ganhos de peso na fase final. Por outro lado, o inverso é observado para as aves da linhagem Ross sendo que se igualam na última semana de criação, conforme comprovado no presente trabalho.

Em experimento de Marcato et al. (2011), os autores também observaram diferenças quanto a curva de crescimento destas linhagens. As aves da linhagem Ross tiveram maior peso e maior idade de máximo crescimento, comparadas à linhagem Cobb. No entanto, a linhagem Cobb alcançou o peso corporal mais rapidamente do que a linhagem Ross. A Linhagem Cobb teve um crescimento maior até 5 semanas de idade, após este período a linhagem Ross foi superior.

Na avaliação do período total de criação, de 1 a 42 dias pode ser observado apenas diferenças entre as linhagens (Tabela 10). As aves da linhagem Cobb apresentaram menor consumo de ração e consequentemente melhor conversão alimentar. Os níveis de CO₂ não influenciaram o desempenho produtivo das aves durante a criação do lote.

Tabela 10. Ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, e IEP do 1 aos 42 dias, de duas linhagens de frango de corte, submetidas a diferentes níveis de CO₂ durante o desenvolvimento embrionário.

	Ganho de peso, g	Consumo de ração, g	CA	IEP
Linhagens				
Ross	3102,22	4728,46 ^a	1,521 ^a	456,74
Cobb	3038,77	4458,09 ^b	1,477 ^b	463,44
CO ₂ (ppm)				
4.000	3036,87	4531,39	1,489	453,42
6.000	3002,61	4534,68	1,508	452,71
8.000	3138,45	4645,99	1,479	463,63
10.000	3104,06	4661,05	1,500	470,61
Valores de P				
Linhagens	0,1028	0,0007	0,0038	0,5025
Nível de CO ₂	0,0658	0,4090	0,6602	0,5257
Linhagens x CO ₂	0,9857	0,5101	0,2706	0,7194
CV%	3,44	4,29	3,21	6,05

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O rendimento de carcaça aos 42 dias mostrou um maior rendimento do peito das aves da linhagem Cobb em relação à Ross. A Linhagem Cobb se caracteriza pelo rápido crescimento, menor conversão alimentar e rápida adaptação às mudanças climáticas. A linhagem Ross se caracteriza por ser precoce, ter menor conversão alimentar e maior capacidade de adaptação (MINAG, 2002). O que pode explicar o maior peso relativo do fígado observado para a linhagem Ross em comparação à linhagem Cobb (Tabela 11). Segundo Santini (2004), a linhagem Cobb está bem posicionada no mercado mundial em termos de conversão alimentar e carne de peito de frango, o que confirma este resultado. Pesquisas apontam uma melhora em algumas linhagens e estagnação em outras.

Somente o peso relativo do coração diferiu significativamente entre os tratamentos de CO₂, onde as aves submetidas a 4.000 ppm tiveram um coração mais pesado, independente da linhagem. Na literatura não foram encontradas informações que permitissem correlacionar este resultado com os demais encontrados neste trabalho.

Tabela 11. Peso vivo, peso da carcaça, rendimento de carcaça, peso relativo do peito, peso relativo das pernas, peso relativo do coração e peso relativos do fígado, de duas linhagens de frango de corte submetidos a diferentes níveis de CO₂ durante o desenvolvimento embrionário.

	Peso vivo, kg	Peso da Carcaça, g	Carcaça, %	Peito, %	Pernas, %	Coração, %	Fígado, %
Linhagens							
ROSS	3,270	2,558	77,413	34,210 ^b	28,018	0,4059	1,750 ^a
COBB	3,176	2,492	78,383	36,237 ^a	26,988	0,4056	1,635 ^b
CO ₂ (ppm)							
4.000	3,220	2,548	78,366	34,165	27,261	0,4406	1,772
6.000	3,181	2,500	77,454	35,720	27,095	0,3893	1,650
8.000	3,175	2,468	77,733	35,641	28,161	0,3937	1,678
10.000	3,316	2,585	78,038	35,369	27,495	0,3993	1,671
Valores de P							
Linhagens	0,125	0,193	0,040	0,002	0,052	0,977	0,037
Nível de CO ₂	0,327	0,376	0,542	0,283	0,493	0,005	0,39
Linhagens x CO ₂	0,972	0,848	0,425	0,711	0,937	0,765	0,115
CV%	7,485	7,931	2,373	7,185	7,575	10,814	12,743

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Mais pesquisas são necessárias para determinar a influência da idade, linhagem, e tamanho do ovo sobre o CO₂ nos resultados de incubação e desempenho produtivo dos frangos de corte. Este é um tema de interesse para a indústria avícola em máquinas de único estágio, que pode operar para controlar os níveis de CO₂.

O fluxo de dióxido de carbono nos equipamentos do incubatório é uma das variáveis que influenciam a produção e, se não houver suficiente troca de ar na incubadora e no nascedouro, a concentração deste gás aumenta, prejudicando assim o desenvolvimento embrionário. É comprovado que o dióxido de carbono ativa o desenvolvimento do embrião durante os primeiros dias porque libera o cálcio da casca, entretanto, se esta concentração estiver muito alta, ocorre retardo no crescimento embrionário proporcional à concentração deste gás (GIGLI, 2007).

O total de nascidos do presente experimento foi maior com o nível de 4.000 ppm. Já as variáveis de desempenho foram superiores com os níveis de 8.000 e 10.000 ppm, o que torna difícil a correlação entre os primeiros dados obtidos no incubatório com os resultados de desempenho. Neste sentido, pode-se ressaltar que se o objetivo for o resultado no incubatório o melhor tratamento é com 4.000 ppm, pois resulta em maior eclodibilidade. Por outro lado, os níveis de CO₂ não interferiram no desempenho das aves, pois aos 42 dias, no momento do abate,

todos os parâmetros de desempenho se igualaram, inclusive o IEP (Índice de Eficiência Produtiva) apresentado na Tabela 15. Com base neste índice, o produtor é remunerado, uma vez que considera o ganho de peso médio diário das aves, a viabilidade e a taxa de conversão alimentar, o que demonstra o nível de eficiência na criação do lote.

É interessante observar que se o objetivo de alguma empresa ou instituição for à produção de frangos tipo “Griller”, os resultados até os 35 dias mostraram que os níveis mais elevados de CO₂ foram necessários para o máximo desempenho nesta idade.

A explicação para esta falta de resposta dos níveis de CO₂ na fase final de criação torna-se difícil, devido ao pouco conhecimento científico gerado a respeito do assunto.

Burke (1925) relatou que em condições de incubação natural, o CO₂ no ar no ambiente do ninho, aumenta de 0,05% para 0,9% no final de incubação. Na prática, os níveis de CO₂ na faixa de 0,1-0,5% são usados durante a incubação de ovos de aves. Pesquisas recentes têm mostrado que níveis mais elevados alteram o desenvolvimento do embrião e eclodibilidade dos ovos. De Smit et al.(2008) demonstraram que o aumento do nível de CO₂ na incubadora para 0,7% durante os primeiros 10 dias de incubação acelerou o processo de incubação em linhagens sensíveis e resistentes a ascite. Onagbesan et al. (2007), estabeleceram que 0,9% parece ser o nível mais elevado de tolerância nesses períodos sensíveis. Para a incubação em estágio único, todas as aberturas estão fechadas nos primeiros 14 dias e níveis de até 8000 ppm são desejáveis (METZER, 2010).

As aves que foram incubadas em um ambiente com o aumento das concentrações de CO₂ apresentaram uma menor incidência de ascite durante o crescimento. Pintainhos nascidos de uma incubadora com CO₂ elevado foram mais pesados que aquelas incubadas com níveis de CO₂ normais. O maior crescimento e peso corporal obtidos durante as primeiras semanas dos pintainhos são aqueles obtidos sob condições mais elevada de CO₂ na incubação (LAWTON, 2010). De Smit et al.(2007) observaram um aumento do crescimento do embrião em linhagens de frangos de corte sensíveis e resistentes a ascite quando os ovos foram incubados com 0,7% de CO₂.

Mudanças dramáticas acontecem durante o período de incubação de 21 dias. Para entender o efeito do CO₂ em frango de corte, é necessário a produção de

mais conhecimento científico a cerca do desenvolvimento embrionário e a influência do CO_2 nesta etapa. Durante os últimos sete dias de incubação, o embrião passa por algumas mudanças muito importantes no desenvolvimento e gestão. Embora as necessidades do embrião sejam maiores nesse período, manter níveis adequados de gases respiratórios é o seu aspecto mais crítico. À medida que o embrião passa por mudanças de posição que lhe permita bicar a casca, as suas exigências metabólicas são alteradas (CÂRLEA et al, 2010).

A demanda por oxigênio do embrião aumenta continuamente até à fase de platô, em torno de 16 dias de incubação. Por causa das exigências concorrentes para a ingestão de O_2 e a necessidade de ventilar CO_2 e água, o ambiente gasoso que o embrião é exposto varia. O ambiente de gases respiratórios pode afetar a qualidade do pintainho através de mudanças no equilíbrio ácido-base do embrião. Se o embrião está em um estado de deficiência de oxigênio, na incubação, ele não pode utilizar a gordura da gema para atender suas necessidades energéticas e, portanto, deve depender de glicogênio no fígado (carboidratos, que será em quantidade limitada) ou proteínas dos tecidos, para atender suas necessidades energéticas (CÂRLEA et al, 2010).

Grandes incubatórios perceberam há muito tempo que o dióxido de carbono (CO_2) na incubadora tem efeitos importantes sobre os embriões. A crença comum é que os embriões de aves apenas começando a se desenvolver precisam de um maior nível de CO_2 para obter um melhor arranque. Qual o motivo exato deste mecanismo ainda não é claramente compreendido. Teorias incluem eventuais mudanças positivas no pH ou uma maior eficiência metabólica devido ao aumento de CO_2 (LAWTON, 2010).

Meuer et al. (1988) relataram que a exposição a altos níveis de CO_2 (3%) pode levar à diminuição da pH do sangue e nos tecidos do embrião que podem ter impacto sobre os processos celulares. Assim, a alcalinidade do albúmen precisa ser preservada. O fornecimento de CO_2 durante a incubação pode ser benéfico para o crescimento de embriões e eclosão dos ovos. Durante a incubação, o CO_2 é liberado pelos ovos, em primeiro lugar desde o reservatório natural do albúmen, combinado com a produção metabólica limitada pelo embrião e, posteriormente, como subproduto do metabolismo do embrião em desenvolvimento (ONAGBESAN et al, 2007).

O papel do CO_2 durante a incubação inicial demonstrou ter influência na acidificação rápida do albúmen, a liquefação do albúmen e a formação do fluido sub-embrionárias (BENTON e BRAKE, 1996; BRUGGEMAN et al., 2006). Como o CO_2 é altamente solúvel em prótons em albumina de ovo (VISSCHEDIJK, 1968), e bicarbonatos são rapidamente formados no albúmen, ocorrem efeitos ao redor do embrião em desenvolvimento. A liquefação precoce do albúmen também facilita a circulação de vários nutrientes do albúmen para o embrião (BURLEY e VADEHRA, 1989) e também reduz qualquer barreira física na difusão de O_2 para o embrião (MEUER e BAUMANN, 1988).

Resultados da Romanoff e Romanoff (1949) já mostravam que a alcalinidade do albúmen de um ovo de incubação atinge seu ponto mais alto no dia 2-3 e é causado pela liberação física de CO_2 do albúmen. Posteriormente o pH do albúmen move gradualmente em direção a acidez durante a incubação. A partir dos resultados de Bruggemam (2001), parece que o CO_2 adicional proveniente de maior concentração de CO_2 na incubadora causa ainda uma mais rápida a diminuição do pH do albúmen (MORTOLA, 2009).

5 CONCLUSÃO

A utilização de 4.000 ppm de CO₂ durante os dez primeiros dias de desenvolvimento embrionário possibilitou uma maior porcentagem de nascimento.

O melhor desempenho zootécnico das aves foi obtido com os tratamentos de 8.000 e 10.000 ppm de CO₂, aos 7 dias, e no período acumulado do 1 aos 21 dias.

Aos 42 dias de idade o desempenho produtivo das aves foi semelhante independente dos níveis de CO₂.

O desempenho produtivo das linhagens Cobb e Ross atendeu ao preconizado pelos manuais de linhagens independente dos níveis de CO₂.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AIRSTREAMER. Conceito da incubadora. PETSIME NV, 2010.

ALDA, T.R.B.L. Embrio-diagnóstico, manejo da Incubação. **Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Campinas, p. 499-514, 2003.

ALTIMIRAS, J.; PHU, L. Lack of physiological plasticity in the early chicken embryo exposed to acute hypoxia. **Journal of Experimental Zoology**, v. 286, p. 450-456, 2000.

ALVES FILHO, E.; ARAÚJO, M. da P. Origens e desenvolvimento do sistema de produção integrada no Brasil. In: CASIMIRO FILHO, F.; SHIKIDA, P. F. A. (coord). **Agronegócio e desenvolvimento regional**. Cascavel: Edunioeste, 1999.

BAGLEY, L.G; CHRISTENSEN, V.L. Hatchability, haematological indices, and growth of turkey embryos incubated at high altitude with supplemented oxygen during the first and fourth weeks of incubation. **Poultry Science**, v.70, p358-365, 1991.

BARROT, H.G. Effect of temperature, humidity, and other factors on hatch of hens' eggs and on energy metabolism of chick embryos. **USDA Technical Bulletin** 553. 1937.

BELIK, W. Agroindústria e política agroindustrial no Brasil. In: RAMOS, P. (org.) **Dimensões do Agronegócio Brasileiro: políticas, instituições e perspectivas**. Brasília: MDA. p.141-170. 2007

BELUSSO, D. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. *Maringá*, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BENTON, C.E.; BRAKE, J. The effect of broiler breeder flock age and length of storage on egg albumen during early incubation. **Poultry Science**, v. 75, p. 1069-1075, 1996.

BOUTILIER, R.G., GIBSON, M.A., TOEWS, D.P. and ANDERSON, W. Gas exchanges and acidbase regulation in the blood and extraembryonic fluids of the developing chicken embryo. **Respiration Physiology**, v. 31, p. 81-89, 1977.

BRITO, B.A. **Problemas microbiológicos na incubação artificial**. Disponível em: <<http://www.polinutri.com.br>. Acesso em 10 Agost. 2006.

BRUGGEMAN, V.; WITTERS, A, et al. Acid–base balance in chicken embryos (*Gallus domesticus*) incubated under high CO₂ concentrations during the first 10 days of incubation. **Respir. Physiol. Neurobiol**, v. 159, p. 147–154, 2001

BRUGGEMAN, V., WITTERS, A., et al. Changes in parameters related to acid-base balance in chicken embryos (*Gallus domesticus*) incubated under normal or high CO₂ concentrations during the first ten days of incubation. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, 2006.

BURKE, E. A study of incubation. **Bulletin of University of Montana Agricultural Experimental Station**, v. 178, p. 1-43, 1925.

BURLEY, R.W.; VADEHRA, D.V. The avian egg: Chemistry and Biology. **John Wiley and Sons, NY**, 1989.

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

BUYS, N.; DEWIL, E., et al. Different CO₂ levels during incubation interact with hatching time and ascites susceptibility in two broiler lines selected for different growth rate. **Avian Pathology**, p. 605-612, 1997.

CALIL, C.A.T. O controle da janela de nascimento. **Pas reform do Brasil**. 2007.

CALNECK, B.W. et al. Ames: Iowa State University, **Diseases of poultry**, ed. 10, p. 929, 1997.

CLUM, N. J.; MCCLEARN, K.D, et al. 1995. Comparative embryonic development in chickens with different patterns of postnatal growth. **Growth Dev. Aging**, v. 59, p.129–138.

CÂRLEA, L.; MICLEA, V., et al. Study on the influence of carbon dioxide on embryonic development in chickens. bulletin uasvm animal science and biotechnologies. **University of agricultural sciences and veterinary medicine, faculty of animal science**, Romania, 2010.

CHAN, T.; BURGGREN.W. Hypoxic incubation creates differential morphological effects during specific developmental critical windows in the embryo of the chicken (*Gallus gallus*). **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 145, p. 251-263, 2005.

COELLO, C.L.; AVILA, G.E. Técnicas de manejo para reducir la incidencia de la ascitis. **Industria Avícola**, v. 48, p. 20-25, 2001.

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

CRUZ, S.R.; ROMANOFF, A.L. Effect of oxygen concentration on the development of the chick embryo. **Physiological Zoology**, v. 17, p. 184-187, 1994.

DAWES, C.M.; SIMKISS, K. The acid base status of the blood of the developing chick embryo. **Journal of Experimental Biology**, v. 50, p. 79-86, 1969.

DAWES, C.M. and SIMKISS, K. The effects of respiratory acidosis in the chick embryo. **Journal of Experimental Biology**, v. 55, p. 77-84, 1971.

DECUYPERE, E.; BUYSE, J. et al. Ascites in broiler chickens: Exogenous and endogenous structural and functional causal factors. **World's Poult. Sci.**, v. 56, p. 367–377, 2000.

DE SMIT, L., TONA K., et al. Comparison of three lines of broilers differing in ascites susceptibility or growth rate. 2. Egg weight loss, gas pressures, embryonic heat production, and physiological hormone levels. **Poultry Science**, v. 84. p. 1446–1452, 2005.

De SMIT, L.; BRUGGEMAN, V., et. al. 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*, parte A, v. 145, p. 166–175, 2006.

DE SMIT, L.; BRUGGEMAN, V., et al. The Effect of Nonventilation During Early Incubation on the Embryonic Development of Chicks of Two Commercial Broiler Strains Differing in Ascites Susceptibility. **Poultry Science**, v. 87. p. 551–560, 2008.

DEWIL, E.; BUYS, N., et al. Different characteristics in chick embryos of two broiler lines differing in susceptibility to ascites. **British Poultry Science**, v. 37, p. 1003–1013, 1996.

DIAZ, C.L.F. **Competitividade e coordenação na avicultura de corte: análise de empresas (São Paulo - Brasil e Lima- Peru)**. Jaboticabal, 2007. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - UMESP.

DZIALOWSKI, E., VON PLETTENBERG, D., et al. (2002) Chronic hypoxia alters the physiological and morphological trajectories of developing chicken embryos. **Comparative Biochemistry and Physiology A Molecular and Integrative Physiology**, v. 131, p. 713–724, 2002.

EVERAERT, N.; KAMERS, B., et al. Effect of Four Percent Carbon Dioxide During the Second Half of Incubation on Embryonic Development, Hatching Parameters, and Posthatch Growth. **Poultry Science**, v. 86, p. 372–379, 2007.

EVERAERT, N.; BRUGGEMAN, V., et al. Effect of increased CO₂ in the second half of incubation on embryonic growth and on the hatching process. **Laboratory of Physiology and Immunology of Domestic Animals**, p. 6, 2007.

EVERAERT, N.; DE SMIT, L., et al. Changes in Acid-Base Balance and Related Physiological Responses as a Result of External Hypercapnia During the Second Half of Incubation in the Chicken Embryo. **Poultry Science**, v. 87, p. 362–367, 2008.

FABRIS, A.A. **Estratégia para previsão e acompanhamento da demanda de carnes no mercado de frangos de corte**. Florianópolis, 2000. Dissertação (mestrado em engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina.

GEFEN, E.; AR, A. Gas exchange and energy metabolism of the ostrich (*Struthio camelus*) embryo. *Comparative Biochemistry and Physiology A Molecular and Integrative Physiology*, v. 130, p. 689–699, 2001.

GIGLI, S.C.A. **Monitoramento do ambiente em incubatório visando melhorias na produção**. Campinas, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).

GILDERSLEEVE, R.P.; BOESCHEN, D.P. The effects of incubator carbon dioxide level on turkey hatchability. **Poultry Science**, v. 62, p. 779–784, 1983.

GONZALES, E. Embriologia e desenvolvimento embrionário. In: Manejo da Incubação. **Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Campinas. 1994.

GONZALES, E.; MACARI, M. Enfermidades metabólicas em frangos de corte. In: BERCHIERI, JÚNIOR, A.; MACARI, M. Doença das aves. **Facta**, p. 452-481, 2000.

HARING, O.H., PATTERSON, J.R., et al. Prenatal development of the cardiovascular system in the chicken. **Archives of Pathology**, v. 89, p. 537-547, 1970.

HASSANZADEH, M., H. GILANPOUR, S., et al. Anatomical parameters of cardiopulmonary system in three different lines of chickens: Further evidence for involvement in ascites syndrome. **Avian Pathol.**, v. 34, p. 188–193, 2005.

HASSANZADEH, M., BUYSE, J., et al. Further evidence for the involvement of cardiac B-adrenergic receptors in right ventricle hypertrophy and ascites in broiler chickens. **Avian Pathology**, v. 31, p.177-181, 2002.

HAVENSTEIN, G. B., FERKET, R.P., et al. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. **Poult. Sci.**, v. 82, p. 1500–1508, 2003.

HOGG, A. Single stage incubation trials. **Poultry and Avian Biology Review**, v. 8, p. 168, 1997.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 23/04/2009.

Informativo Técnico Jamesway, 2010.

JAENISCH, F.R.F.; BITTENCOURT, G., et al. Resposta histológica no coração e pulmão de frangos submetidos a suplementação de oxigênio durante incubação. **Anais da XXXIV Reunião da SBZ. Juiz de Fora**, Minas Gerais, 1997.

JAENISCH, F.R.F. et al. Síndrome da hipertensão pulmonar: a ascite em frangos de corte. Concórdia : **EMBRAPA Suínos e Aves**, p.16. (Circular Técnica n.27), 2001.

JAENISCH, F.R.F.; CUCCHI, V.; BITENCOURT, G. et al. Histopatologia em pulmões e corações de frangos suplementados com oxigênio durante a fase de incubação. **Ciência Rural**, n. 3, v. 35, 2005.

JULIAN, R.J. Ascitis in poultry. **Avian Pathology**, v.22, p.419-454, 1993.

JULIAN, R. J. Physiological, management and environmental triggers of the ascites syndrome: A review. **Avian Pathol**, v. 29, p. 519–527, 2000.

KINUNG'HI, S. M., G. TIAHUN, H. M., et al. Assessment of economic impact caused by poultry coccidiosis in small and large scale poultry farms in Debre Zeit, Ethiopia. **Int. J. Poult. Sci.**, v. 3, p. 715–718, 2004.

LAWTON, B. CO₂'s effect on the incubation process. macfarlane pheasants, inc winter. 2010.

MACARI, M.; GONZALES, E. Manejo de Incubação. **FACTA**, p. 537, São Paulo, 2003.

MARCATO, M.S; NK SAKOMURA, et.al. **Curvas de crescimento e da deposição de nutrientes corporais de duas linhagens de frangos de corte**. Disponível em <<http://www.avisite.com.br>>, 2011.

MARTINS, S. S. Avicultura de corte: situações e perspectivas em maio de 2005. **Informações Econômicas**, v.35, n.7, São Paulo: IEA. p. 57-59. 2005

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

MAULDIN, J.M.; KUZNIAK, S.F., et al. Comparisons of hatchability measures in Jamesway Platinum Single Stage Incubators with Jamesway multistage incubators in a Commercial Broiler hatchery in Georgia. **Poultry Science**, 2007. Article in press.

MAULDIN, J.M. Hatching egg sanitation and factors affecting hatchability. s/d.

MAXWELL, M.H.; SPENCE, S., et al. Hematological and morphological responses of broiler chicks to hypoxia. **Avian Pathology**. v.19, p. 23- 40, 1990.

MAXWELL, M. H.; G. W. ROBERTSON. UK survey of broiler ascites and sudden death syndromes in 1993. **Br. Poult. Sci.**, v. 39, p. 203–215, 1998.

MEIJERHOF, R. ;REIJRINK, I. CO₂ e os milagres da natureza. Informação técnica Hatchch, 3 p, 2008.

MENDES, A.A.; NAAS, I.A., et al. Produção de frangos de corte. Campinas. **Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia**, p. 356, 2004.

MEUER, H.J.; BAUMANN, R. Oxygen pressure in intra- and extra-embryonic blood vessels of early chick embryos. **Respiration Physiology**, v. 71, p. 331-342, 1988.

METZER. J. How to Improve Your Duck Egg and Goose Egg Hatch Rate. **Poultry Industry Council Factsheets - Animal Welfare**, 2010

MIELE, M. Análise da situação atual e perspectivas da avicultura de corte. **Embrapa suínos e aves**.

MINAG. **Pecuaria realidade y problemática del sector. Ministerio de Agricultura del Peru.** 2002:2006. Disponível em: <<http://www.portagrario.gob.pe>>. Acesso em: 21 mar. 2007.

MORTOLA, P.J. Gas exchange in avian embryos and hatchlings. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A., p. 153, p. 359–377, 2009.

ONAGBESAN, O; BRUGGEMAN, V, et.al. Incubation of avian eggs: effects on embryogenesis, hatchability, chick quality and post-hatch growth. **Poultry Science**, v. 63, December, 2007.

OWEN, J. Principles and problems of incubator design. **Avian Incubation**, p. 205-224, ed. Butterworth-Heinemann, London, 1991.

PIAIA, Z.C.J. **Aplicação da inteligência artificial no monitoramento do processo de incubação.** Dissertação (mestrado em engenharia química)- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

PORTALDOAGRONEGÓCIO. **Avicultura.** Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>>. Acesso em: 02/02/2011.

RICHARDS, M.P., STOCK, M.K., et al. Effects of brief hypoxia and hyperoxia on tissue trace element levels in the developing chick embryo. **Magnesium Trace Element**, v. 10, p. 305-320, 1991.

ROMANOFF, A.L., ROMANOFF, A.J. The Avian Egg, New York, NY, p. 919, 1949.

ROMANOFF, A.L. and ROMANOFF, A.J. Biochemistry and biophysics of the developing hen's egg. II. Influence of composition of air. Cornell **University, Agricultural experimental station**, v. 150, p. 1-36, 1933.

ROSTAGNO, O.; ALBINO, T.F.L. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos.** Universidade Federal de Viçosa. 3 Edição. p.252. 2011.

ROSSTECH. **Manual Técnico Ross.** 2011.

SADLER, W.W., WILGUS, H.S., et al. Incubation factors affecting hatchability of poultry eggs. **Poultry Science**, v. 33, p. 1108-1115, 1954.

SANTINI, G. A.; SOUZA FILHO, H. M. Inovação tecnológica em Sistemas Agroindustriais: a avicultura de corte no Brasil. In: BATALHA, M. O. (Org.). **Gestão do agronegócio: textos selecionados.** São Carlos: Edufscar, p. 423-460, 2004.

TAZAWA, H. Adverse effect of failure to turn the avian egg on the embryo oxygen exchange. **Respiration Physiology**, v. 41, p. 137-142, 1980.

TAYLOR, L.W.; SJODIN, R.A., et al. The gaseous environment of the chick embryo in relation to its development and hatchability 1. Effect of carbon dioxide and oxygen levels during the first four days of incubation upon hatchability. **Poultry Science**, v. 35, p. 1206–1215, 1956.

TAYLOR, L.W.; KREUTZIGER, G.O. The gaseous environment of the chick embryo in relation to its development and hatchability 3. Effect of carbon dioxide and oxygen levels during the period of the ninth through the twelfth days of incubation. **Poultry Science**, v. 45, p. 867–884, 1966.

TAYLOR, L.W., KREUTZIGER, G.O. The gaseous environment of the chick embryo in relation to its development and hatchability. 4. Effect of carbon dioxide and oxygen levels during the period of the thirteenth through the sixteenth days of incubation. **Poultry Science**, v. 48, p. 871–877, 1969.

TAYLOR, L.W.; KREUTZIGER, G.O., et al. The gaseous environment of the chick embryo in relation to its development and hatchability. 5. Effect of carbon dioxide and oxygen levels during the terminal days of incubation. **Poultry Science**, v. 50, p.66–78, 1971.

TOMBOLO, A. G; COSTA, D.J.A. Cooperativas na avicultura de corte paranaense.

TONA, J. G., R. D. MALHEIROS, D.R., et al. Effects of storage time on incubation egg gas pressure, thyroid hormones and corticosterone levels in embryos and on their hatching parameters. **Poult. Sci.**, v. 82, p. 840–845, 2003.

TONA, K., ONAGBESAN, O., et al. 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*, 2006.

TONA, K.; ONAGBESAN, O., et al. Non-ventilation during early incubation in combination with dexamethasone administration during late incubation 1. Effects on physiological hormone levels, incubation duration and hatching events. **Domest. Animal Endocrinol**, v. 33, p. 32–46, 2007.

TULLETT, S.G. The science and art of incubation. **Poultry Science**, v. 69, p.1-15, 1990.

VISSCHEDIJK, A.H.J. The air space and embryonic respiration. 3. The balance between oxygen and carbon dioxide in the air space of the incubating chicken egg and its role in stimulating pipping. **British Poultry Science**, v. 9, p. 197-210, 1968.

VLECK, D., VLECK, C.M., et al. Metabolism of avian embryos: ontogeny of oxygen consumption in the Rhea and Emu. **Physiological Zoology**, v. 53, p. 125-135, 1980.

WALSBERG, G.E. The gaseous microclimate of the avian nest during incubation. **Animal Zoology**,v. 20, p. 363–372. 1980

WILLEMSSEN, H.; TONA, K., et al. Effects of high CO₂ level during early incubation and late incubation in ovo dexamethasone injection on perinatal embryonic parameters and posthatchgrowth of broilers. **British Poultry Science**, n. 2, v. 49, p.221-231, 2008.