

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DO SISTEMA DE INCUBAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO
DAS VILOSIDADES INTESTINAIS, METABOLISMO E DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE**

ARACELI PACHECO VILLANUEVA
Zootecnista /UNALM

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Dezembro de 2012

CIP - Catalogação na Publicação

Pacheco Villanueva, Araceli

Efeito do sistema de incubação sobre o desenvolvimento das vilosidades intestinais, metabolismo e desempenho de frangos de corte / Araceli Pacheco Villanueva. -- 2012.

111 f.

Orientadora: Andréa Machado Leal Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. Sistemas de incubação. 2. Vilosidades intestinais. 3. Metabolismo. 4. Desempenho. 5. Frangos de corte. I. Machado Leal Ribeiro, Andréa, orient. II. Título.

ARACELI PACHECO VILLANUEVA
Engenheira Zootecnista

DISSERTAÇÃO


Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de


MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 19.12.2012
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 13.05.2013
Por



ANDRÉA MACHADO LEAL RIBEIRO
PPG ZOOTECNIA/UFRGS
Orientadora


JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


ALEXANDRE DE MELLO KESSLER
PPG ZOOTECNIA/UFRGS


FERNANDO PILOTTO
UPF


FERNANDO RUTZ
UPPel


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus pais César Pacheco e María Villanueva, bem como minhas duas irmãs Anabell e Nohely, minha família, que esteve presente nos meus pensamentos em todo momento e foram o motor que me levou a seguir adiante nesses dois anos que fiquei longe do país que amo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pelo ensino gratuito e em especial pela qualidade de ensino.

A Capes pela bolsa de Mestrado concedida.

Agradecimentos especiais para a minha orientadora Dra. Andréa Machado Leal Ribeiro, pelo ensino, orientação, ajuda, paciência mostrada durante estes dois anos, particularmente na redação e pelas excelentes aulas recebidas.

Um segundo agradecimento especial para o meu professor e guia Javier Pomiano pela dedicação e paciência que desde um início mostrou para sempre me ensinar. Devo muito da minha formação profissional à perseverança e as contínuas palestras e ensinamentos que sempre ministrou. Muito obrigada, professor.

Aos professores Alexandre Kessler, Elisabeth Gonzales, Luciano Trevizan e Sergio Vieira, pela ajuda e por sempre ficar dispostos para resolver algumas dúvidas técnicas.

À professora Concepta McManus pela orientação nas análises estatísticas.

À Empresa Brasil Foods S/A por ter permitido realizar o trabalho no seu Incubatório e ao seu pessoal que colaborou e mostrou muito empenho no desenvolvimento do experimento: Décio Goldoni e Emerson Rosa, em especial ao Sr. Felipe Kroetz, pelos ensinamentos e disponibilidade em ajudar.

À Empresa Petersime NV de Bélgica pelo financiamento parcial para o desenvolvimento do experimento, em particular ao Sr. Pieter Hemeryck pela colaboração e interes mostrado sempre no trabalho.

À Dra. Rosemarie T. Oliveira do Laboratório Pathos por ter oferecido as suas instalações para realizar as análises das lâminas histológicas.

A Leonardo Bordignon, mestrando da Universidade Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR), pela ajuda durante as análises realizadas no incubatório.

Aos meus colegas Gabriel Pontalti e Patrícia Ebling pela ajuda e apoio no desenvolvimento do trabalho e nas análises, e em especial pela amizade que desde um início recebi de eles, tornando mais amena minha estadia em Brasil.

Aos demais colegas do LEZO, pela ajuda para a concretização deste estudo e pelo aprendizado diário e relacionamento humano: Alessandra, Anilce, Daniele, Fábio, Gabriel, Geruza, Giovanni, Luciane, Marcelo, Manuela, Márcia, Mariana e Raquel e aos estagiários: Anderson, Aricson, Cristina, Duane, Luciana e Paula.

A minha família querida, meu pai César, minha mãe Maria e minhas irmãs Anabell e Nohely pelo carinho, apoio e compreensão nos momentos difíceis.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

EFEITO DO SISTEMA DE INCUBAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DAS VILOSIDADES INTESTINAIS, METABOLISMO E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE¹

Autor: Araceli Pacheco Villanueva

Orientador: Prof.^a Andréa Machado Leal Ribeiro

RESUMO

Este experimento foi conduzido para avaliar o efeito do sistema de incubação - estágio múltiplo (EM) e estágio único (EU) - sobre as características de pintos Cobb-500, machos e fêmeas, ao nascimento, bem como a morfologia intestinal, metabolismo e desempenho no período de 1 a 40 d. Um total de 1.968 ovos férteis, foram incubados em duas incubadoras sob condições comerciais. Na avaliação dos pintos no nascimento, observou-se uma influência do sistema de incubação no comprimento do pinto, sendo que as aves nascidas em sistemas EU foram mais longas do que as nascidas em sistemas EM, assim como as fêmeas apresentaram maior peso relativo do intestino em comparação aos machos. No entanto, ao nascimento não foram observadas diferenças no peso vivo e peso corporal livre de gema devido ao sistema de incubação e devido ao sexo. No período de 1 a 40 d, aves nascidas em EU foram as mais pesadas, e tiveram maior ganho de peso, bem como melhor conversão alimentar, do que as nascidas em EM, sem diferenças para consumo de ração e conversão alimentar. Salienta-se que este resultado deve-se, sobretudo às fêmeas de EM que sempre mostraram, ainda que só numericamente em alguns períodos, piores respostas do que os outros tratamentos, colocando a média de desempenho das aves de EM num nível inferior. Observou-se que o sexo influenciou a altura dos vilos do duodeno em pintos de corte de 0 d, sendo que as fêmeas mostraram vilos maiores do que os machos. Além disso, aves nascidas em sistemas de EU tiveram criptas mais profundas do que as nascidas em EM. Já aos 7 dias de idade, devido ao fato que os machos apresentaram um consumo de alimento significativamente maior, as diferenças na altura do vilo do duodeno encontradas ao nascimento desapareceram, sendo observado só um efeito do sexo na profundidade da cripta do jejuno, onde as fêmeas exibiram criptas mais profundas do que os machos. No que diz respeito aos coeficientes de metabolizabilidade de nutrientes, dos 5 aos 7 d, fêmeas foram mais eficientes em metabolizar a energia e apresentaram maiores valores de EMAn do que machos, sem diferenças para o sistema de incubação. A diferença devida ao sexo pode ser sustentada pelo maior peso relativo do intestino e vilos duodenais mais longos que as fêmeas exibiram no nascimento. As melhores condições de incubação observadas no sistema de estágio único melhoraram o desempenho das aves (2,98%), especialmente das fêmeas (5.04%).

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (111p.). Dezembro de 2012

EFFECT OF INCUBATION SYSTEM ON DEVELOPMENT OF INTESTINAL VILLI, METABOLISM, AND PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS²

Author: Araceli Pacheco Villanueva

Advisor: Andréa Machado Leal Ribeiro

This experiment was conducted to evaluate the effect of incubation system – multiple-stage (MS) and single-stage (SS) – on the Cobb-500 chickens characteristics at hatch, as well as intestinal morphology, metabolism and performance in the period from 1 to 40 d of age. A total of 1,968 fertile eggs were incubated in two incubators under commercial conditions. In hatchlings evaluation, it was observed an influence of incubation system on chick length, being that the birds hatched in SS were longer than those hatched in MS, as well as the females had higher relative intestine weight compared to males. However, at hatch there were no differences in BW and yolk-free body mass due to incubation system and sex. In the period from 1-40 d, the birds hatched in SS were heaviest and had higher weight gain, as well as better AFCR, compared to the ones from MS, without differences for feed intake and feed conversion ratio. This result is due mainly to MS females which always, although in some periods only numerically, worse responses than the other treatments, placing the average MS performance at a lower level. It was observed that the sex influenced the height villi of duodenum in chickens at 0 d-age, being that females showed larger villis than males. Moreover, the birds hatched in SS system had deeper crypts than those hatched in MS. Already at 7 d-age, due to fact that males had higher feed intake, the differences in villi height of duodenum found at hatch disappeared, being observed only a gender effect on the crypt depth of the jejunum, where the females showed deeper crypts than males. As regards the metabolism coefficients of nutrients, from 5 to 7 d, females were more efficient in metabolizing energy and showed higher AMEn values than males, with no differences caused by the incubation system. The difference since to sex can be sustained by greater relative intestine weight and longer duodenal villis that females exhibited at hatch. The best incubation conditions observed in the single-stage system improved broiler performance (2.98%), especially in the females (5.04%).

² Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (111p.). December, 2012.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	Página
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Sistemas de incubação.....	13
2.2. Fatores que afetam o desenvolvimento embrionário.....	14
2.2.1. Temperatura.....	14
2.2.2. Umidade relativa.....	15
2.2.3. Ventilação.....	16
2.2.4. Viragem.....	17
2.3. Desenvolvimento intestinal em frangos de corte.....	18
2.4. Efeito das condições de incubação no desempenho de frangos de corte.....	20
2.5. Diferenças no metabolismo de frangos de corte.....	21
2.5.1. Idade.....	21
2.5.2. Sexo.....	22
2.5.3. Condições de incubação.....	23
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	25
 CAPÍTULO II	
Effect of incubation system on development of intestinal villi, metabolism, and performance of 1–to 40-day-old broiler chickens	27
Abstract.....	28
Introduction.....	29
Materials and Methods.....	31
Results and Discussion.....	35
Acknowledgements.....	40
References.....	41
Tables.....	45
 CAPÍTULO III	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
APÊNDICES.....	61
VITA.....	111

LISTA DE TABELAS

Capítulo I		Página
Tabela 1.	Partição da energia entre o ovo e embrião, e produção de calor ao 18º dia de incubação em ovos incubados baixo diferentes temperaturas da casca do ovo (TCO) e diferentes níveis de oxigênio.....	23
Capítulo II		
Table 1.	Incubation profiles in multi-stage and single stage systems.....	45
Table 2.	Ingredient and nutrient composition of the experimental diets (as-is basis).....	46
Table 3.	Body weight, relative yolk-sac weight, yolk-free body mass, relative intestine weight and chicken length at hatch.....	47
Table 4.	Performance of broiler chickens during the periods 1 to 7, 8 to 21, 22 to 40 and 1 to 40 days of age.....	48
Table 5.	Intestinal morphology of duodenum and jejunum from chickens of 0 and 7 days of age.....	49
Table 6.	Coefficients of metabolizability of dry matter, crude protein, gross energy and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen of chickens from 5 to 7 days of age.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AT _{Max}	Maxim incubator air temperature
AT _{min}	Minim incubator air temperature
BW	Body weight / Peso Vivo
CD	Crypt depth / Profundidade da cripta
CL	Chicken length / Comprimento do pinto
CMCP	Coefficient of metabolizability of crude protein / Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
CMDM	Coefficient of metabolizability of dry matter / Coeficiente da metabolizabilidade da matéria seca
ED	Embryonic Day / Dia embrionário
EST /TCO	Egg-shell temperature / Temperatura da casca do ovo
ET	Embryonic temperature / Temperatura embrionária
FCR	Feed conversion rate / Conversão alimentar
FI	Feed intake / Consumo de alimento
GE	Gross Energy / Energia bruta
CMGE	Coefficient of metabolizability of gross energy / Coeficiente da metabolizabilidade da energia bruta
MS	Multiple-stage incubation system / Sistema de incubação de estágio múltiplo
MT	Machine air temperature / Temperatura do ar da máquina
N	Nitrogen / Nitrogênio
QM	Quadrado médio
RIW	Relative Intestine Weight / Peso relativo do intestino
RYW	Relative yolk-sac weight
SEM	Standard error mean / Erro padrão da média
SQ	Soma dos quadrados
SS	Single-stage incubation system / Sistema de incubação de estágio único
VH	Villi height / Altura do vilo
WBT	Wet bulb temperature
WG	Weight gain / Ganho de peso
YFBM / MCLG	Yolk-free body mass / Masa corporal livre da gema

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A avicultura é uma das atividades dentro do setor agropecuário, que mais importância econômica apresenta em nível mundial. Segundo projeções, a carne de ave será a carne mais produzida e consumida no mundo no ano 2020 (OD Consulting, comunicação pessoal, 2012), superando a carne suína. Para poder cumprir com essa crescente demanda, as empresas avícolas devem ser mais eficientes, objetivando uma maior produtividade em todas as áreas do ciclo produtivo de carne (matrizes de corte, incubatório, aviário e abatedouro).

É necessário salientar que a indústria avícola tem evoluído de forma vertiginosa nos últimos vinte anos e, em função de constantes avanços na seleção genética, novas práticas de manejo altamente desenvolvidas, têm resultado numa série de mudanças na taxa de crescimento de frangos de corte. No entanto, o aumento no ganho de peso dessas aves não foi acompanhado de nenhuma modificação no tempo de incubação dos ovos, que representa atualmente 30 a 40% do tempo total de vida do frango de corte, enquanto que há mais de 20 anos, esse período representava somente 20 a 25% (Hulet, 2007). Portanto, as condições de incubação tem uma alta relevância sobre o crescimento do embrião, sendo fundamental para o sucesso no desempenho e saúde das aves no campo.

No mercado de hoje existem sistemas de incubação de estágio único e estágio múltiplo. Este último é ainda o sistema mais utilizado em vários países, incluindo o Brasil. No entanto, nos últimos anos há uma tendência crescente pelo uso de incubadoras de estágio único, também conhecidas como “todo dentro, todo fora”, onde a capacidade da incubadora é completada num só momento, resultando que todos os ovos se encontrem sempre na mesma fase de desenvolvimento embrionário. Devido a essa característica, estas máquinas empregam perfis de temperatura, umidade e ventilação que mudam de acordo com o tempo em que os ovos estão sendo incubados, conseguindo, em tese, fornecer as condições requeridas pelos embriões; enquanto que as máquinas de estágio múltiplo por conter embriões em diferentes fases de desenvolvimento, trabalham com parâmetros médios, que satisfazem parcialmente os requerimentos embrionários.

Entre as condições ambientais dentro de uma incubadora, a temperatura embrionária durante a incubação é atualmente considerado o fator físico mais importante para o sucesso da incubação avícola comercial (Hulet, 2007). Uma constante temperatura embrionária somente pode ser atingida em incubadoras de estágio único, porque os parâmetros da incubadora podem ser

ajustados para compensar o calor produzido pelos embriões. Contrariamente, em incubadoras de estágio múltiplo, geralmente a temperatura do embrião fica abaixo e acima da temperatura ótima durante a primeira e última semana de incubação, respectivamente (Molenaar et al., 2011a).

O excesso de calor produzido dentro das incubadoras pode levar a um desenvolvimento incompleto dos órgãos, aceleração no nascimento dos pintos, bem como um maior tempo que eles ficam dentro do nascedouro com uma consequente desidratação. Para pintos que nascem mais cedo, o tempo decorrido desde o nascimento até o alojamento nos aviários fica maior, aumentando o tempo que as aves ficam sem acesso à água e alimento, podendo comprometer o desenvolvimento das vilosidades intestinais, afetar a digestibilidade e absorção dos nutrientes e reduzir o seu posterior desempenho.

Portanto, este trabalho teve por objetivo avaliar se os dois sistemas de incubação diferem quanto às taxas de metabolizabilidade dos nutrientes de pintos durante os primeiros 7 dias pós-nascimento, na morfologia intestinal e no posterior desempenho dos frangos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistemas de incubação

Segundo Salazar (2009), existem três sistemas amplamente utilizados na incubação comercial que são as incubadoras de estágio múltiplo com prateleiras fixas, as incubadoras de estágio múltiplo com carros e as incubadoras de estágio único com carros. Cada uma destas opções apresenta vantagens e desvantagens em relação à higiene, manutenção dos equipamentos, custos de produção, taxas de nascimento, qualidade dos pintos e custos de aquisição dos equipamentos.

As incubadoras de estágio múltiplo com prateleiras fixas constituem as máquinas básicas para incubação industrial no Brasil. Nesse tipo de máquinas, o trabalho de carga e descarga de ovos é feito pelo corredor central e todos os componentes de aquecimento, viragem, umidade e ventiladores estão montados em um chassi interno sobre o corredor (Macari & Gonzales, 2003). A característica principal dessas incubadoras é a contínua carga e descarga de ovos do seu interior, resultando em grupos de ovos com diferentes tempos de incubação. Devido à presença de múltiplas idades de embriões, os parâmetros de temperatura do bulbo seco, úmido e taxas de ventilação são fixos durante todo o período de incubação. Geralmente em incubadoras de estágio múltiplo, os ovos que têm maior tempo de incubação, aquecem os últimos grupos de ovos que foram carregados ou aqueles que têm menos de uma semana de incubação. Além disso, a energia absorvida pelos ovos mais frios ajuda aos ovos mais quentes evitarem seu sobreaquecimento (Chick Master, 2005). Outra característica das incubadoras de estágio múltiplo é que existe uma dificuldade de realizar uma adequada limpeza e desinfecção, já que a dificilmente máquina fica vazia. Também pode haver falhas em fixar adequadamente as cortinas que dirigem o ar neste tipo de incubadora muitas vezes resultando em ar que passa ao redor dos ovos, em vez de sobre eles (Hulet et al., 2007).

Desde inícios dos anos 90, tem sido reconhecido que as incubadoras de estágio múltiplo não atendem completamente os requerimentos embrionários e não otimizam a qualidade dos pintos (Hill, 2000). Por isto, foram introduzidas as incubadoras de estágio único, onde todos os ovos são carregados no mesmo tempo, possibilitando mudar as condições de temperatura, taxas de ventilação (níveis de O₂ e CO₂) e umidade relativa baseadas nas exigências embrionárias variáveis durante as diferentes fases de desenvolvimento do embrião (French, 1997; Hulet, 2007).

Embora as incubadoras de estágio único sejam anteriores às de estágio múltiplo, esta última é ainda o sistema mais utilizado em vários países,

incluído o Brasil (Salazar, 2009; Silva et al., 2011). No entanto, a partir da década de 90 foi renovado um interesse pelas máquinas de estágio único. As principais razões estão ligadas à preocupação do consumidor em relação à confiabilidade dos alimentos e à saúde animal (Salazar, 2009), pois em sistemas de estágio único há maior possibilidade de efetuarem-se limpezas e desinfecções frequentes e eficazes e desta forma, a produção de pintos mais saudáveis em relação aos pintos eclodidos de sistemas de estágio múltiplo.

2.2. Fatores que afetam o desenvolvimento embrionário

Os fatores que afetam o crescimento do embrião dentro da incubadora são temperatura, umidade relativa, taxas de ventilação, viragem e fatores relacionados com o manejo, idade e nutrição das matrizes (Bruzual et al., 2000a; Peebles et al., 2001; De Smit et al., 2006; Elibol & Brake, 2006; Leksrisonpong et al., 2007).

2.2.1. Temperatura

Na atualidade, 30 a 40% do período total de vida dos frangos acontece dentro do ovo (Hulet, 2007). De acordo com Barri et al. (2011), uma maior taxa de crescimento de embriões contribui para um aumento na produção de calor metabólico dos ovos, que acumula-se dentro da incubadora. Por conseguinte, embora as incubadoras tenham sido programadas para trabalhar com temperaturas de 37,4°C, se não existe uma adequada ventilação que permita eliminar o excesso de calor gerado pelos embriões, as incubadoras podem atingir temperaturas de até 41,1 a 41,7°C, particularmente na segunda metade do período de incubação (Hulet, 2007).

Meijerhof (2000) indica que a temperatura tem sido considerada como o fator mais importante que controla o crescimento e desenvolvimento embrionário. A temperatura embrionária se dá a partir da temperatura do ar da incubadora, da produção de calor do embrião, do calor perdido pelo resfriamento evaporativo e da condutância térmica do ovo. Assim, no início da incubação, devido a uma quantidade insignificante de produção de calor embrionário, a temperatura do ovo é menor do que a temperatura do ar da incubadora (French, 1997). Nesse estágio os embriões absorvem calor do ar circundante (fase endotérmica), pois a transferência de energia por evaporação é superior ao calor metabólico. Por outro lado, na segunda metade do processo de incubação os ovos liberam um excedente de energia para a atmosfera ao seu redor (fase exotérmica), uma vez que a produção de calor via processos metabólicos é muito superior à evaporação (La Scala, 2003).

Leksrisonpong et al. (2007) avaliaram os efeitos de duas temperaturas embrionárias nos dias 19 e 20 de incubação (Normal: 38,4°C e Alta: 40,3°C). Os autores acharam que altas temperaturas produziram pintos com menor peso vivo e menor peso relativo dos órgãos ao nascimento, explicado por um menor uso dos nutrientes contidos no vitelo, já que o peso da gema residual foi maior nos pintos desse tratamento. Lourens et al. (2007) também observaram menor peso vivo de pintos oriundos de ovos submetidos a temperaturas maiores ao padrão e maior janela de nascimento nas aves desse grupo, já que a maior temperatura acelerou o desenvolvimento dos embriões fazendo com que eles nascessem antes do tempo.

Do mesmo modo, Wineland et al. (2006) concluíram que as temperaturas maiores a 37°C nos dias 20 e 21 de incubação, diminuíram a atividade enzimática, peso e comprimento do jejuno de pintos nascidos. Os autores também encontraram peso da gema residual maior para esse grupo de aves.

Por outro lado, Barri et al. (2011) não encontraram diferenças no peso corporal de pintos nascidos sob condições de temperaturas padrões e altas (37,4 e 39,6°C). No entanto, eles relataram diferenças na morfologia do intestino delgado, no período pós-nascimento, indicando que a partir do 4^o dia, as aves do grupo padrão exibiram os maiores incrementos na altura de vilos duodenais e no 10^o dia esse mesmo grupo apresentou vilos mais longos. Esse incremento na altura do vilo correspondeu a uma tendência similar observada na profundidade de criptas duodenais.

2.2.2. Umidade Relativa

A UR pode variar muito mais que a temperatura, sem que ocorram sérios danos na eclodibilidade, mas mesmo assim deverá ser mantida numa determinada amplitude, para se obter os melhores resultados (Decuypere et al., 2003). A umidade relativa (UR) dentro da incubadora influi na taxa de perda de água do ovo, o que determinará o tamanho da câmara de ar. Esta deve ser suficientemente grande no momento da bicagem da membrana interna da casca, para que a respiração pulmonar possa iniciar (Santos et al., 2009).

A taxa de perda de água influencia a embriogênese (Rahn & Ar, 1974) e subsequentemente a eclodibilidade (Meir et al., 1984). Um ovo pode perder entre 11 a 13% de água durante a incubação. Se a UR for muito baixa, a perda de água será excessiva, atrasando a eclosão, e muitos embriões não eclodirão, mesmo em pleno desenvolvimento. Se a UR for muito alta, os embriões tendem a eclodir precocemente, apresentando-se frequentemente molhados e pegajosos e, em casos extremos, podem eclodir sem alcançarem o pleno desenvolvimento (Decuypere et al., 2003).

Bruzual et al., (2000a) realizaram um estudo comparando 3 diferentes UR (43, 53 e 63%) durante a incubação e observaram que o peso corporal do pinto ao nascimento, mas não no momento de sua retirada do nascedouro, aumentou significativamente com o aumento da UR. Isto sugere que o peso adicional foi simplesmente água e que ela é perdida rapidamente, mesmo em altas UR. No entanto, maiores taxas de nascimento de fêrteis foram obtidas com 53% de UR, já que esse grupo apresentou uma menor percentagem de mortalidade tardia.

A UR pode influenciar também a composição nutricional dos embriões. Ovos oriundos de matrizes jovens (<30 semanas de idade) requerem maiores taxas de UR durante a incubação, devido a maiores perdas de água durante esse processo, afetando a utilização dos lipídeos contidos na gema, diminuindo o teor de gordura dos embriões (Peebles et al., 2001).

Estudos feitos por Bruzual et al. (2000b), indicam que o teor de UR influenciou o peso corporal de pintos no alojamento, sendo que UR intermédias (53%) mostraram os valores mais altos. Segundo os autores, isto poderia ser explicado pelo menor tempo que os pintos desse tratamento ficaram dentro da máquina, portanto menos expostos à desidratação. Além disso, incubações

com baixa UR (43%) foram responsáveis por uma maior mortalidade das aves até o 12º dia de idade. No entanto, os autores sugerem que os frangos são capazes de superar os problemas relacionados à baixa UR se a eles são fornecidas condições apropriadas de criação, já que são suficientemente ativos para se alimentar e beber.

2.2.3. Ventilação

A casca do ovo, as membranas da casca e o corioalantóide servem aos embriões das aves como órgãos de troca de gases, e a câmara de ar funciona de forma análoga aos espaços alveolares dos pulmões dos mamíferos. As trocas gasosas através dos poros da casca ocorrem primariamente por difusão, enquanto que a ventilação alveolar é dependente da convecção (Decuypere, et al., 2003).

Segundo La Scala (2003), o período incubatório pode ser dividido em três estágios, de acordo com a respiração do embrião:

- a) Período pré-bicagem, que no caso de ovos de matrizes de corte, consiste nos primeiros 18 dias de incubação. Nesse período, o corioalantóide estende-se do embrião até a membrana interna, cobrindo a maior parte dela com uma rede de capilares onde são trocados CO_2 e O_2 .
- b) Período pós-bicagem que começa em torno do décimo nono dia, quando o embrião penetra na câmara de ar com seu bico, num processo denominado de bicagem interna. O embrião passa então a respirar a partir do ar contido em tal câmara, inflando os pulmões e os sacos de ar pela primeira vez, embora o corioalantóide continue contribuindo com a troca de gases. Após aproximadamente 6 horas da bicagem interna, o pinto quebra a casca do ovo.
- c) Período de começo da respiração do ar atmosférico. Nesse momento a função de troca gasosa do corioalantóide termina.

Devido a diferenças na conductibilidade da casca, nos parâmetros de incubação e que 60% do incremento no consumo de oxigênio pelo embrião ocorre no período que transcorre entre o início da respiração pulmonar e o nascimento, é possível que haja situações de hipoxia, em especial no período de tempo entre o início da bicagem interna e o momento do nascimento, onde existe uma maior demanda de oxigênio (Prado-Rebolledo et al., 2009).

Durante o desenvolvimento embrionário a pressão do O_2 na câmara de ar diminui e a pressão de CO_2 , aumenta, sendo este último muito importante (Everaert et al., 2007). Estes autores avaliaram efeitos de altos níveis de CO_2 (até 4%) durante o 10º a 18º dia de incubação, não encontrando diferenças na mortalidade embrionária e no peso ao nascimento, indicando que as aves apresentaram uma alta tolerância embrionária a esse gás durante esse período. No entanto, níveis menores de CO_2 (1%), empregados até o 10º dia do processo de incubação, relatados por De Smit et al. (2006), apresentaram melhores taxas de eclodibilidade em relação ao sistema controle, manejado tradicionalmente (89,25% vs. 85,35%), bem como menor tempo de bicagem da membrana interna e externa da casca, resultando numa menor janela de nascimento.

Contrariamente a esses resultados, De Smit et al. (2008), relataram que níveis de 0,7% de CO_2 no 10º dia de incubação, só influenciaram a taxa de

eclodibilidade no grupo de ovos da linhagem Hybro (sensível à ascite), não acontecendo o mesmo para no grupo de ovos da linhagem Cobb-500 (resistente à ascite).

2.2.4. Viragem

Em condições naturais, a posição normal para um ovo durante a incubação é completamente na horizontal. No caso de incubadoras do tipo gabinete (com prateleiras fixas), recomenda-se o posicionamento do ovo com a extremidade mais estreita para baixo. A viragem ou a alteração da posição do ovo durante a incubação tem uma alta influência sobre a taxa de mortalidade do embrião. A viragem dos ovos realizada pela galinha tem sido observada há vários séculos e foi praticada por longos anos na técnica de incubação artificial no Egito e na China (Decuypere et al., 2003).

O período crítico da viragem ocorre entre o 3º e 7º dia em termos de incubabilidade e mortalidade embrionária. No entanto, viragens realizadas somente neste período, podem afetar a massa do embrião depois da primeira semana de incubação. A ausência completa da viragem provoca o retardamento da formação do fluido do alantóide e do âmnio, bem como a utilização do albúmen, resultando numa maior quantidade de albúmen residual, restringindo a oxigenação do sangue e dificultando o intercâmbio respiratório de gases.

A viragem também influencia as quantidades dos diferentes fluidos extra-embrionários, sendo que falhas na viragem tendem a uma acumulação do fluido amniótico. Isto está relacionado a uma pobre transferência do albúmen desde o saco do albúmen ao fluido amniótico, possivelmente porque a conexão sero-amniótica falha em abrir-se.

Um efeito das falhas na viragem é, portanto reduzir a taxa de desenvolvimento dos embriões fazendo com que eles nasçam bem mais tarde em relação a ovos virados periodicamente; no entanto, viragem realizada durante o período crítico pode restaurar um pouco a diminuição no tamanho embrionário (Deeming, 1989).

Avaliando os períodos críticos da viragem, Tona et al. (2005), estudaram diferentes tratamentos que incluíam ausência da viragem durante todo o tempo de incubação (T0), bem como viragem realizados a cada hora até o dia 9 (T9), 12 (T12), 15 (T15) e 18 (T18) de incubação. Os autores concluíram que a falta da viragem ou a viragem até o 9º dia de incubação mostraram uma quantidade abundante do albúmen residual, e, portanto, menores pesos dos embriões, sugerindo que o menor uso do albúmen pode ser a causa da menor eclodibilidade relatada por Tona et al. (2001).

Estudos feitos por Tona et al. (2001, 2003) avaliaram os efeitos da viragem dos ovos durante a última fase (12 a 18 dias de incubação), demonstrando que a viragem influencia a pressão parcial do O₂ e CO₂ na câmara de ar no momento da bicagem interna da casca, tendo também alguma influência sobre a duração da incubação.

Outro fator relacionado à viragem é o ângulo. Normalmente o ângulo utilizado é de 20 a 45º em relação ao eixo horizontal. Elibol & Brake (2006) testaram três ângulos de viragem (35, 40 e 45º), bem como as suas frequências (24 e 96 vezes num dia), resultando em que nenhum dos três

ângulos testados teve efeito sobre a taxa de nascimento de fêrteis, mas o ângulo de 40° e frequência de 24x resultou em menores taxas de mortalidade durante a primeira semana de incubação, provavelmente explicado pela menor incidência de embriões mal posicionados (cabeça no lado menor do ovo) encontrada nesse grupo.

A viragem não é só importante durante o desenvolvimento da incubação, mas também durante o tempo que os ovos ficam armazenados, sempre e quando o período de armazenamento seja muito longo. Nesse sentido, Elibol et al., (2002), estudaram diferentes frequências de viragem (0, 4 e 24 vezes por dia) em diferentes tempos de armazenamento de ovos (3, 7 ou 14 dias), encontrando que a eclodibilidade foi melhor quando os ovos foram virados 4 e 24 vezes por dia durante o armazenamento, devido a menores taxas de mortalidade embrionária inicial e tardia. Uma explicação para o fenômeno é que as membranas extra-embriônicas aderem-se de alguma forma às membranas da casca, resultando em subseqüentes restrições no desenvolvimento normal da membrana corioalantóide, levando à morte.

2.3. Desenvolvimento intestinal em frangos de corte

O intestino das aves apresenta muitas dobras microscópicas denominadas vilos, que proporcionam um aumento na superfície interna do órgão, ou seja, na área de digestão e absorção intestinal.

A altura e forma dos vilos não são necessariamente as mesmas ao longo de todo o intestino. No duodeno, eles são normalmente mais longos e digitiformes. No jejuno e íleo, eles podem apresentar-se lameliformes com aspecto foliáceo. Devido a diferenças na altura dos vilos e espessura da túnica muscular, as três regiões do intestino delgado diferem quanto à espessura das paredes. A parede do jejuno é mais grossa que a do duodeno e, a do íleo, mais grossa que a do jejuno (Boleli et al., 2002).

Durante o tempo em que os embriões se encontram dentro do nascedouro, o desenvolvimento de alguns órgãos continua ou aumenta. Karcher e Applegate (2008) demonstraram que o comprimento das vilosidades intestinais aumenta desde 4 dias antes do nascimento até o segundo dia pós-nascimento. No caso das criptas intestinais, elas têm um crescimento pronunciado a partir do primeiro dia pós-nascimento.

Num experimento feito por Uni et al. (1998) constatou-se que um aumento mais acentuado na altura dos vilos do duodeno, começa ainda in ovo no 17º dia de incubação e vai até o 7º dia pós-eclosão. No jejuno e íleo, o crescimento continua até o 14º dia, resultando num aumento do número de enterócitos por vilo. Igualmente, Uni et al. (2003) avaliaram as mudanças morfológicas no intestino delgado de embriões de frangos de corte, desde o 17º dia de incubação até o nascimento e acharam que o peso do intestino delgado em relação ao peso corporal do embrião aumentou de 1,4% para 3,4% ao nascimento. A morfologia do intestino delgado também mudou rapidamente, sendo que ao 17º dia de incubação, foram observados dois estágios de desenvolvimento nos vilos (V1 e V2), diferindo em comprimento e forma. Os vilos mais longos tinham uma forma de pera e os vilos mais curtos (aproximadamente 65% do tamanho dos vilos longos) exibiam uma forma de foguete e eram mais estreitos. Um padrão similar foi observado nos dias 18 e

19 de incubação, apresentando vilos nos dois estágios de desenvolvimento, crescendo principalmente em comprimento, enquanto se mantinha um tamanho e distribuição similar. Avaliações da base dos vilos ao 19º dia de incubação indicavam um brotamento na base dos vilos existentes. Esses brotamentos desenvolveram-se consideravelmente e perto do dia 20, uma onda adicional de vilos pequenos (V3) constituiu 30% do total de vilos. A taxa de crescimento do V1 e V2 entre o dia 19 e 20 foi 30 a 40%; não obstante, entre o dia 20 e o nascimento, o crescimento do V1 dobrou, com grande crescimento também dos vilos V3.

Isto indica que os últimos 4 dias de incubação são uma etapa crítica no crescimento do intestino delgado e que qualquer estresse presente nessa fase pode produzir alterações na taxa de desenvolvimento do órgão. Embriões que foram incubados com altas temperaturas da casca do ovo (TCO, 40,3°C) a partir do 19º dia de incubação apresentaram menores pesos do intestino delgado, em comparação com embriões incubados em TCO normais (38,4°C) (Leksrisompong et al., 2007).

Na eclosão, o sistema digestório da ave está anatomicamente completo, mas sua capacidade funcional, de digestão e absorção ainda está imatura, se comparada à de aves adultas (Maiorka et al., 2002).

Uni et al. (2000) estudaram o desenvolvimento do intestino delgado em pintos já nascidos e concluíram que ao nascimentos as criptas jejunais foram rudimentares, pequenas e continham poucas células. No entanto, depois do nascimento, essas criptas aumentaram em tamanho e complexidade. O perímetro da cripta aumentou rapidamente desde o nascimento até aproximadamente 120 h pós-nascimento, depois do qual atingiu um platô. Paralelamente, o número de células por cripta aumentou, com a taxa de incremento diminuindo depois das 108 h. Além disso, essas mudanças foram acompanhadas por 20% de hipertrofia, onde o tamanho celular alcançou um valor estável depois das 108 h.

Do mesmo modo, esses autores também avaliaram as zonas de proliferação celular no intestino, encontrando que perto do momento do nascimento, todas as células ao longo do vilo foram PCNA positivas (Proliferating cell nuclear antigen). No entanto, esta tendência mudou com a idade da ave, sendo que as células PCNA positivas aumentaram na zona da cripta e na área baixa do vilo conforme o avanço da idade.

Índices de vilo, definidos como a porcentagem do número de células PCNA positivas entre o número total de células presentes numa coluna do vilo, diminuíram de quase 100% ao nascimento a menos de 10% em 300 a 400 células/vilo às 336 h de idade. Análise semelhante da proporção de células proliferativas na cripta revelou uma diminuição do índice da cripta de 100% ao nascimento para quase 60% às 108 h pós-eclosão, depois do qual as variações foram pequenas. Isto resultou numa mudança da proporção de células proliferativas em relação às células totais no vilo e na cripta (80% nos vilos e 20% na cripta ao nascimento, e aproximadamente 20% nos vilos e 80% nas criptas às 108 h de idade). A quantidade de criptas por vilo foi de duas no nascimento e aumentou para três a quatro/vilo depois de 240 h.

2.4. Efeito das condições de incubação no desempenho de frangos de corte

As condições ambientais dentro da incubadora não só afetam o desenvolvimento embrionário como também o desempenho posterior esperado. O quesito temperatura age exatamente conforme descrito acima. Altas temperaturas embrionárias, particularmente nos últimos dias do período de incubação, podem afetar o desenvolvimento de órgãos como coração, intestino, baço, etc., mas também estão associadas com um pobre rendimento pós-nascimento das aves, provavelmente porque os pintos não estão prontos para consumir normalmente o alimento e de fato podem nunca atingir as taxas esperadas de consumo (Leksrisompong et al., 2009).

Num experimento desenvolvido por Lourens et al. (2005), foi observado que temperaturas baixas (36,7°C) ou altas (38,9°C) durante a primeira ou última semana de incubação, respectivamente, resultaram em menor peso corporal dos pintos aos 7 dias de idade, em relação ao tratamento que manteve uma só temperatura embrionária durante todo o tempo de incubação (37,8°C).

Do mesmo modo, Shim & Pesti (2011), avaliaram os efeitos de temperaturas baixas (36,5°C), padrão (37,5°C) e altas (38,5°C) empregadas nos dias 4 a 7 de incubação, sobre os índices zootécnicos de frangos de corte até os 16 dias de idade. Os resultados indicam que os pintos nascidos do tratamento de alta temperatura, apresentaram piores índices de conversão alimentar, bem como uma maior mortalidade no período de criação avaliado. No entanto, os parâmetros de ganho de peso e incidência de problemas de pernas como Discondroplasia Tibial não foram afetados pela temperatura de incubação.

Igualmente, estudos analisando as diferenças das TCO (Baixa: 37,5°C; Média: 38,6°C; Alta: 39,7°C) mostraram que frangos de corte oriundos de incubações com temperatura média exibiram o maior peso corporal aos 44 dias de idade, embora esse grupo não tenha apresentado essa resposta no primeiro dia de idade. Aves nascidas do tratamento de alta temperatura apresentaram o menor peso corporal, porque no momento do seu alojamento, eles se mostraram menos ativos e permaneceram mais quietos nas 8 horas pós-alojamento, consumindo pouca água e alimento (Hulet et al., 2007). Contrariamente aos resultados apresentados por Shim & Pesti (2011), nesse último trabalho não foi observado um efeito significativo sobre o índice da mortalidade em nenhum período avaliado.

Segundo Piestun et al. (2011), embriões submetidos à manipulação térmica (39,5°C a cada 12 horas no período do 7^o ao 16^o dia de incubação) tiveram maior peso relativo de peito aos 35 dias de idade, em relação às aves nascidas em condições padrão de incubação (37,8°C durante todo o processo). Contudo, não foram observadas diferenças no peso vivo ao nascimento em ambos os tratamentos.

É necessário salientar que as condições ambientais de incubação não só afetam os índices zootécnicos das aves, mas também podem influenciar a taxa de incidência de problemas, particularmente os esqueléticos, reconhecidos como um dos maiores fatores que afetam o desempenho dos frangos de corte, sendo o mais comum a Discondroplasia Tibial (Shim & Pesti,

2011). O crescimento dos ossos e a diferenciação da placa em crescimento começam durante o desenvolvimento embrionário. Conseqüentemente, distúrbios ósseos de desenvolvimento podem se originar durante a incubação (Yalçın et al., 2007). Elevadas temperaturas (>37°C) e condições de hipoxia, com menos de 19% de O₂ durante os últimos quatro dias de incubação podem reduzir o desenvolvimento dos ossos (Oviedo-Rondón et al., 2008).

Além da temperatura embrionária, situações de hipoxia, podem desencadear uma série de transtornos fisiológicos que podem comprometer a vida e o desempenho produtivo das aves (Prado-Rebolledo et al., 2009). A hipoxia severa antes do nascimento tem repercussões sobre o desenvolvimento vascular da ave, podendo induzir uma hipertrofia do coração. Como o frango de corte moderno tem um sistema cardiovascular muito sensível, condições ambientais sub-ótimas durante o período de crescimento pós-nascimento, facilmente induzem problemas cardiovasculares e ascite. Portanto, frangos que experimentam hipoxia durante o período de incubação, podem estar predispostos a desenvolver ascite durante a sua posterior vida (De Smit, 2006).

Experimentos realizados por De Smit (2006), indicaram que maiores níveis de CO₂ (1,5%) tiveram influencia no crescimento pós-nascimento das aves. Neste caso, fêmeas nascidas em sistemas de incubação não ventilados (1,5% CO₂) exibiram maiores pesos corporais até os 28 dias de idade.

2.5. Diferenças no metabolismo de frangos de corte

A utilização de nutrientes em frangos de corte é influenciada por um número de fatores que estão relacionados à ave, ao alimento, ambiente e manejo. Os fatores relacionados à ave que são de importância prática incluem a linha genética, idade, sexo e o estágio fisiológico (Ravindran et al., 2004).

2.5.1. Idade

Quando as aves emergem do ovo, elas não estão completamente preparadas para enfrentar aos desafios ambientais e nutricionais. Tecidos e órgãos, incluindo o trato intestinal são submetidos a um desenvolvimento físico e funcional durante o período de incubação. Experimentos realizados por Uni et al. (1998) confirmaram que os aumentos mais acentuados na altura dos vilos do duodeno começam ainda in ovo no 17º dia de incubação, durando até o 7º dia pós-eclosão. No jejuno e íleo, o crescimento continua até o 14º dia, resultando num aumento do número de enterócitos por vilos. Portanto, o trato gastrointestinal ainda se encontra imaturo ao nascimento, devendo completar seu desenvolvimento físico e funcional, incluindo aumento na massa e composição tecidual, síntese e secreção de enzimas digestivas, absorção de nutrientes e competência imune associada ao intestino nos primeiros dias pós-eclosão (Sell, 1996).

Estudos realizados com frangos demonstram que, embora os componentes do trato gastrointestinal aumentem em massa muito rapidamente após a eclosão, a proporção máxima de massa corporal constituída por segmentos chave do trato não acontece até os 6 – 8 dias pós-nascimento. Durante o seu desenvolvimento, o embrião utiliza os nutrientes contidos no ovo, e ao nascimento, alguns nutrientes residuais são disponíveis na gema

envolta na cavidade peritoneal. Em pintos, este fornecimento de nutrientes é esgotado dentro de 4 a 5 dias (Sell, 1996). Isto foi corroborado por Batal & Parsons (2002), que observaram que os valores de EM_n e digestibilidade de aminoácidos de dietas à base de milho e soja foram maiores no período de 0 a 2 dias de idade em comparação ao período de 3 a 4 e aos 7 dias de idade, indicando um possível efeito benéfico da gema, a qual está sendo utilizada durante os primeiros dias pós-nascimento. No entanto, poucos estudos mostram que os valores de EM de dietas são mais baixos em pintos entre 4 e 7 dias pós-nascimento e aumentam com a idade (Zelenka, 1968; Batal & Parsons, 2002).

Estudos realizados por Batal & Parsons (2002) indicam que os valores de EM_n e a digestibilidade de aminoácidos aumentam com a idade da ave atingindo um platô aos 14 e 10 dias, respectivamente. Sulistiyanto et al. (1999) sugerem que a EM_n de uma dieta baseada em milho-soja melhora com o avanço da idade devido principalmente às mudanças na utilização do farelo de soja. No entanto, Batal & Parsons (2002) indicaram que a melhora da digestibilidade é devida também a outros fatores, já que a digestibilidade do amido e gordura também aumentam com a idade (6 e 18%, respectivamente até os 14 dias de idade) e é conhecido que o farelo de soja contém muito pouco desses compostos. Krás (2010) encontrou maiores taxas de metabolizabilidade dos nutrientes em frangos com 10 dias de idade comparadas ao 20^o, 31^o e 41^o dias de idade. O autor explica que este resultado pode estar relacionado com a maior retenção da digesta no trato digestório nas primeiras semanas de vida e posteriormente com o consumo de ração com o avanço da idade das aves, e indica que talvez seja necessário um ajuste na metodologia para avaliar a digestibilidade em diferentes idades, corrigindo o problema da maior retenção da digesta que ocorre nos primeiros dias de idade quando o desenvolvimento mais acelerado do trato digestório diminui a excreção fecal.

A maioria dos trabalhos que afirmam que a digestibilidade dos aminoácidos e da energia metabolizável da dieta aumentam com a idade dos frangos de corte foram realizados com aves a partir de 12 dias de idade (Wallis & Balnave, 1984; Zelenka, 1997). No entanto, outros estudos realizados com frangos com mais de 2 semanas de idade, não observaram a influencia positiva da idade (Siregar & Farrell, 1980) e ainda há autores que relataram uma diminuição da EM com a idade (Bartov, 1988). A este respeito, é necessário salientar que a tabela de composição dos alimentos do NRC (1994) apresenta um valor único de EM para cada ingrediente, não considerando mudanças na digestibilidade das aves nas diferentes idades. Não obstante, atualmente existem outras tabelas que propõem diferentes valores de EM dos ingredientes segundo a idade da ave (FEDNA, 2010).

2.5.2. Sexo

Em geral, determinações de EM têm sido conduzidas com frangos de corte machos, embora diferenças entre sexos tenham sido notadas, com maiores valores de EM encontrados em fêmeas (Ten Doeschate et al., 1993; Yaghoobfar, 2001; Hughes, 2003).

Diferenças nos valores de EMA e EMV, encontradas entre machos e fêmeas de aves tipo carne, podem ser devidas às diferenças nas perdas endógenas de energia e de nitrogênio entre ambos os sexos. Segundo Yaghobfar (2001), fêmeas excretam menos energia e nitrogênio endógeno em relação aos machos, resultando numa perda endógena de energia maior para as fêmeas.

De acordo com os resultados obtidos por Ten Doeschate et al. (1993), frangos de corte fêmeas mostraram melhores coeficientes de metabolizabilidade, digestibilidade de nitrogênio e de aminoácidos, em geral 3% maiores. Não obstante, esses maiores valores de digestibilidade foram relacionados a piores taxas de eficiência alimentar, sendo que as fêmeas foram menos eficientes em usar o alimento digerido para o seu crescimento.

Existem relatos que indicam que o sexo não tem influencia sobre os coeficientes de metabolismo (Zelenka, 1997), bem como alguns pesquisadores relatam que os machos são mais eficientes na utilização da energia da dieta (Ravindran et al., 2004).

2.5.3. Condições de incubação

Tem sido estimado que mais de 90% do requerimento total de energia do embrião é derivado da oxidação de ácidos graxos dos lipídeos da gema. Para serem capazes de oxidar os nutrientes da gema, os embriões exigem oxigênio para o metabolismo aeróbico. Temperaturas elevadas de incubação ou concentrações diminuídas de oxigênio são dois fatores que podem induzir uma mudança do metabolismo aeróbico a anaeróbico, resultando numa utilização diminuída da gema. Altas TCO diminuíram o conteúdo de energia da massa corporal livre da gema (**MCLG**), mas não afetaram a utilização da energia ou o conteúdo de energia da gema residual. Além disso, altas TCO também diminuíram a eficiência de conversão de energia no ovo para energia no pinto, que é explicado pela maior taxa de produção de calor observada em ovos incubados em altas TCO (Lourens et al., 2011; Tabela 1).

Tabela 1. Partição da energia entre o ovo e embrião, e produção de calor ao 18º dia de incubação em ovos incubados em diferentes temperaturas da casca do ovo (TCO) e diferentes níveis de oxigênio

Item	TCO (°C)		Oxigênio (%)		
	37,8	38,9	17	21	25
Albúmen (KJ)	73	76	73	75	76
Gema (KJ)	280	282	282	281	281
MCLG (KJ)	170 ^a	158 ^b	150 ^b	172 ^a	171 ^a
Gema residual (KJ)	48	46	68 ^a	43 ^b	31 ^c
Utilizado (KJ)	305	311	286 ^c	313 ^b	326 ^a
E _{MCLG} (%)	55,7 ^a	50,8 ^b	52,5	54,9	52,4
Produção de calor ao dia 18 (mW/ovo)	131 ^b	148 ^a	119 ^c	138 ^b	152 ^a

MCLG: Massa corporal livre da gema; E_{MCLG}: Eficiência da conversão de energia no ovo para energia no pinto
Lourens et al. (2011)

Por outro lado, os hormônios da tireóide, como a triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) são conhecidos por afetar o desenvolvimento de embriões,

devido a diferenças nas taxas metabólicas. O efeito do T4 e particularmente do T3 são dependentes do nível administrado ou endogenamente presente nas aves. Níveis baixos e intermediários de T3 e T4 são necessários para o crescimento, enquanto que níveis elevados de T3 e T4 retardam o crescimento.

Até a metade do período de incubação a glândula tireóide parece possuir uma capacidade limitada para sintetizar hormônios. No entanto, depois do eixo hipotálamo-hipófise-tiroide ser ligado (10,5 – 11,5 dias de incubação), a glândula tireóide começa a funcionar. As concentrações dos hormônios da tireóide aumentam significativamente antes do nascimento, preparando-se para cumprir o seu maior papel na maturação final de vários tecidos e integrar fatores fisiológicos para atingir um sucesso no nascimento.

Manipulações térmicas durante curtos períodos de tempo realizadas a partir do 16º dia de incubação, quando o eixo hipotálamo-hipófise-tiroide está sendo ativado podem mudar as respostas embrionárias em relação a sua termotolerância. Um dos mecanismos que induzem à termotolerância envolve a modulação da produção de calor, como resultado de uma redução significativa e persistente nos níveis plasmáticos do T3, sugerindo uma redução nas taxas metabólicas em embriões submetidos a tratamentos de altas temperaturas de incubação por períodos curtos (Yahav et al., 2004).

As mudanças na atividade da glândula tireóide, bem como na deiodinação periférica de T4 a T3 afeta o consumo de energia. Em animais homeotermos, para controlar a temperatura é necessário um consumo relativamente grande de energia para manutenção. Portanto, diminuir as demandas para manutenção, mantendo consumo total de energia poderia incrementar a disponibilidade de energia para produção (Piestun et al., 2008).

O glucagon exibe uma potente ação lipolítica no tecido adiposo de aves. Foi demonstrado que o glucagon *in vitro* aumenta a liberação de glicerol e ácidos graxos livres em aves. Similarmente, administração *in vivo* de glucagon é seguida por uma rápida elevação (em menos de 10 minutos) de ácidos graxos livres. A resposta lipolítica do tecido adiposo de aves ao glucagon *in vitro* pode ser afetada por hormônios tireoidianos. Por exemplo, a pré-incubação de adipócitos de frangos *in vitro* com a triiodotironina (T3) aumenta a sensibilidade dos adipócitos às propriedades lipolíticas do glucagon. De maneira análoga, a administração de T3 a embriões de frangos (11º dia de incubação) é seguida de aumentada sensibilidade pós-natal dos adipócitos aos efeitos lipolíticos tanto do glucagon quanto da adrenalina (Machado, 2002).

Portanto, expor os embriões de frangos a temperaturas de incubação maiores ao padrão pode resultar numa diminuição significativa na taxa metabólica de frangos pós-nascimento, acompanhada por uma redução no gasto energético para manutenção (Yahav et al., 2004; Piestun et al., 2008).

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

As hipóteses sustentadas no presente estudo são: (1) Os pintos oriundos de incubatórios de estágio único e múltiplo são distintos. Os de estágio único apresentam ao nascimento melhor desenvolvimento das vilosidades intestinais, sendo conseqüentemente capazes de metabolizar mais eficientemente os nutrientes durante a primeira semana de vida; (2) as diferenças iniciais observadas entre pintos eclodidos dos dois sistemas refletem-se no desenvolvimento posterior dos animais.

Os objetivos deste trabalho foram:

1. Verificar a influência do sistema de incubação (estágio único ou múltiplo) sobre as características dos pintos ao nascimento.
2. Avaliar o efeito do sistema de incubação (estágio único ou múltiplo) sobre a morfologia intestinal dos pintos ao nascimento e aos 7 dias de idade.
3. Estudar o efeito do sistema de incubação (estágio único ou múltiplo) nas taxas de metabolizabilidade dos nutrientes durante a primeira semana de vida das aves.
4. Analisar o efeito do sistema de incubação (estágio único ou múltiplo) sobre o ganho de peso, o consumo de alimento e a eficiência alimentar de frangos de corte no período de 1 a 40 dias de idade.

CAPÍTULO II¹

¹ Submetido a Revista Poultry Science.

INCUBATION SYSTEM IN BROILER CHICKENS

Effect of incubation system on development of intestinal villi, metabolism, and performance of 1–to 40-day-old broiler chickens

A. Pacheco*, A. M. L. Ribeiro*⁴, G. C. Pontalti*, and P. D. Ebling*

**Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS,
Brazil 91540-000*

Corresponding author: Andréa Machado Leal Ribeiro

Address: Av. Bento Gonçalves, 7712 – Porto Alegre, RS, Brazil

Zip Code: 91540-000

Phone number: (55) 51 33087423

E-mail: aribeiro@ufrgs.br

Scientific Section: Metabolism and Nutrition

⁴ Corresponding author: aribeiro@ufrgs.br

ABSTRACT This experiment was conducted to evaluate the effect of incubation system – multiple-stage (MS) and single-stage (SS) – on the Cobb-500 chicks' characteristics at hatch, intestinal morphology, metabolism and performance from 1 to 40 d of age. A total of 1,968 fertile eggs were incubated in 2 incubators under commercial conditions. In hatchlings evaluation, it was observed an influence of incubation system on chick length: birds hatched in SS were longer than those hatched in MS, as well as the females had higher relative intestine weight compared to males. However, at hatch there were no differences in BW and yolk-free body mass due to incubation system and sex. In the period from 1-40 d, the birds hatched in SS were heaviest and had higher weight gain and better adjusted feed conversion ratio, compared to the ones from MS, without differences for feed intake and feed conversion ratio. This result is due mainly to MS females which always, although in some periods only numerically, exhibited worse responses than the other treatments, placing the MS average performance at a lower level. It was observed that the sex influenced the duodenal villi height in chickens at 0 d: females showed larger villis than males. Moreover, the birds hatched in SS had deeper crypts than those hatched in MS. Already at 7 d-age, due to fact that males had higher feed intake, the differences in duodenal villi height found at hatch disappeared, observing only a gender effect on the jejuna crypt depth: females showed deeper crypts than males. As regards the metabolism coefficients of nutrients, from 5 to 7 d, females were more efficient in metabolizing energy and showed higher AMEn values than males, with no differences caused by the incubation system. The difference since to sex can be sustained by greater relative intestine weight and longer duodenal villis that females exhibited at hatch. The best incubation conditions observed in SS improved broiler performance (2.98%), especially in the females (5.04%).

Key words: multi-stage, single-stage, intestinal morphology, metabolism, performance

INTRODUCTION

Over the last 25 years, the poultry industry has experienced a series of changes on growth rate of broiler chickens. The increase in weight gain of these birds was not followed by any change in the incubation time of the eggs. Nowadays this period represents between 30 to 40% of the total broiler life, whereas 25 years ago, it represented only 20 to 25% (Hulet, 2007). Thus, the impact of the incubation conditions on the embryonic growth is more critical for the bird's success and health in subsequent performance.

Under commercial conditions, one of the most common stresses that embryos can find inside the setter occurs if the conditions as temperature, humidity and ventilation are not adequate (Bruzual et al., 2000; Peebles et al., 2001; De Smit et al., 2006; Leksrisompong et al., 2007).

At present, there are multi-stage (MS) and single-stage (SS) incubation systems. The first ones contain embryos at different stages development, and are operated with average parameters of temperature, humidity and ventilation, which partially satisfy the embryonic requirements, whereas the last ones employ different profiles that change according to the incubation time, achieving, in theory, provide the necessary conditions for embryos.

Currently, it has been observed that most multi-stage incubation systems does not provide enough heat to embryos in their early development (Oviedo-Rondón et al., 2009a). Likewise, the increased growth rate from embryos contributes to an increase in metabolic heat production of the eggs and it accumulates inside the setter (Barri et al., 2011). Therefore, although setters have been programmed to operate with temperatures of 37.4°C, if there is not adequate ventilation removing the excess of heat generated by embryos, those machines may reach temperatures up to 41.1 to 41.7°C, particularly in the second half of the incubation time (Hulet, 2007). The overheating during this time affects embryo development, decreasing the

yolk-free mass of hatchlings (Lourens et al., 2005, Willemsen et al., 2010) and their subsequent performance (Hulet et al., 2007, Molenaar et al., 2010a, Oviedo-Rondón et al., 2009b).

During the time that embryos are within the hatcher, the development of some organs continues or increases. In an experiment carried out by Uni et al. (2003), was evaluated morphological changes in the small intestine of broiler embryos from embryonic day (**ED**)17 until hatching and small intestine weight related to embryo weight increased from 1.4% to 3.4% at hatch. This indicates that the last 4 days of incubation are a decisive step and any stress in this phase can produce changes in the growth rate of digestive organs. Embryos that were incubated at high eggshell temperatures (**EST**, 40.3° C) from ED19 exhibited lower small intestine weights, compared to embryos incubated in standards EST (38.4°C) (Leksrisompong et al., 2007). Similarly, incubation temperatures above 37°C and O₂ concentrations lower than 21% depressed jejunum weight and length from hatchlings, as well as jejunal maltase and alkaline phosphatase activities were affected (Wineland et al., 2006).

The chicks hatched in both incubation systems exhibit different qualitative characteristics. Hatchlings from SS machines are more active and show a well closed navel, brightest and thicker feet than the ones hatched in MS system (personal observations).

Hence, the incubation conditions exert a great influence on the behavior and performance of the birds. The objective of the present study was to determine differences between multi-stage and single-stage incubation systems in one-day old chicks, in metabolism coefficients during the first 7 days posthatch, in performance and in intestine morphological characteristics.

MATERIALS AND METHODS

All procedures described were approved by Ethics Committee on Animal Use of the Rio Grande do Sul Federal University, Rio Grande do Sul, Brazil.

Were carried out 3 experiments, developed in the hatchery, experimental farm and metabolism room; for evaluate the incubation process and hatchlings, performance of broilers and metabolism of chickens, respectively.

Incubation and Hatchlings Evaluation

A total of 1,968 fertile eggs with 3 days of storage and weighing between 65 to 68 g from Cobb-500 broiler breeder flock, 44-wk-olds, were used. In a commercial hatchery, 1,200 eggs were incubated in a SS setter (model Airstreamer A12S, Petersime NV, Zulte, Belgium) distributed in 8 trays of 150 eggs each, and 768 eggs were incubated in a MS setter (model MG125, Casp, São Paulo, Brazil) distributed in 8 trays of 96 eggs each. Each tray was an experimental unit and all were distributed in a completely randomized design. The setter capacity was 57,600 and 126,000 eggs for SS and MS. The incubation profiles used in this experiment were those commonly used for broiler chickens in the industry. The temperatures used for SS and MS are described in Table 1. The transfer from the setter to the hatcher was made on the ED19 in both treatments. The total incubation time was 504 hours for both systems.

At hatch, 5 chicks of each sex were randomly selected per experimental unit. The evaluations were as follows:

Body Weight and Yolk-Free Mass. The selected animals were individually weighed and then killed by cervical dislocation. A yolk was carefully separated and weighed to determine yolk-free body mass.

Chicken Length (CL). The chicks were measured with a ruler from the beak tip to middle finger tip of the right leg.

Similarly, 2 chicks of each sex were randomly selected per experimental unit, for assessment:

Relative Intestine Weight. The animals were weighed alive and then killed by cervical dislocation to weigh the intestine that comprised the small intestine, pancreas and cecum. The relative intestine weight (**RIW**) was calculated using the following formula:

$$\text{RIW (\%)} = \frac{\text{intestine weight}}{\text{body weight}} \times 100$$

Histological Intestine Analysis. From each sampled bird was taken 5 cm of the duodenum (middle section of the pancreatic loop) and 6 cm of jejunum (midpoint between the end of the duodenal loop and Meckel's diverticulum) to evaluate villus height (**VH**) and crypt depth (**CD**). The collected intestines were gently flushed with 10% buffered formalin and stored in Falcon tubes containing the same solution until further analysis. The composition of 1 L of solution was 100 mL of 40% formaldehyde, 4 g monobasic sodium phosphate, 6.5 g of dibasic sodium phosphate and 900 mL of distilled water.

For the preparation of histological slides, samples were dehydrated in ascending series of alcohol (70°, 80°, 95°, 99°) with a total of 6 baths. Then, they were in xylol solution (3 times), immersed in paraffin, and embedded in paraffin to form blocks. Subsequently, they were microtomed obtaining histological cut of 3 µm, where 3 histological cuts of each segment were placed on 1 slide and stained with hematoxylin-eosin (Luna, 1968).

All measurements of intestinal segments were determined by using images obtained by optical microscopy (Nikon). The images were captured with a camera attached to the

microscope (Sony Super Steady Shot 9.1 megapixels) and transferred to an image analyzer (Image-Pro Plus, version 4.5.0.29, 2001). For readings of VH and CD were chosen villis who are in the first development stage (V1). Ten readings of VH and CD were performed by slide and by intestinal segment of 4 birds selected of each unit experimental. The VH was measured from the apical to basal region (crypts upper portion). The CD was measured from the base to the transition region between the crypt and villi.

Broiler Chickens Performance

Three hundred thirty-six chicks from the hatching described above (168 males and 168 females, 1 d old) were randomly allocated in 28 floor pens (experimental unit, 1 m x 1m) with nipple drinkers, and feeders in a temperature-controlled room, under light continue system.

In the hatchery, the birds were vaccinated against Marek's disease and the transfer time of birds from the hatchery to the experimental unit was 13 hours, during which the birds were kept without access to food and water. The chicks were distributed into 4 experimental groups with 7 replicates of 12 birds each in a completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement, with sex and incubation system (multi-stage and single stage) as the factors.

Diets were corn-soybean meal based and were formulated to exceed NRC recommendations (National Research Council, 1994). The dietary phases consisted of a pre-starter (1 to 7), starter (8 to 21 d), grower (22 to 35 d), and finisher (36 to 40 d) phases. All birds were provided with feed in mash form and water ad libitum throughout the grow-out period. The diet compositions are presented in Table 2.

During experimental period (1 to 40 d), body weight (**BW**), weight gain (**WG**), feed intake (**FI**) and feed conversion ratio (**FCR**) were determined weekly. For the whole period was

calculated adjusted feed conversion ratio (**AFCR**) to a weight of 3 kg. Dead birds were weighed and removed from the pens daily, which data was used to correct FCR.

At 7 d of age, 1 bird per replicate with a weight close to the average weight of the pen was sacrificed by cervical dislocation to determine the RIW, VH and CD of duodenum and jejunum. The selected birds were fasted for 3 hours and then were killed. The procedure for collection of intestinal sections was the same as described in the previous section.

Broiler Chickens Metabolism

A total of 250 chicks from the hatching described above (130 males and 120 females, 1 d old) were randomly allocated in 25 cages with wire floor (experimental unit, 0.95 x 0.87 x 0.27 cm) in a temperature-controlled room with constant illumination.

The treatments evaluated consisted of groups of birds from each sex and 2 incubation systems (MS and SS). The treatment groups had 6 replicates of 10 birds each, except for the males from MS system treatment that had 7 replicates of same number animals. The design used was completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement, with sex and incubation system (multi-stage and single stage) as the factors. A pre-starter diet (Table 2) was used throughout the grow-out period (1 to 7d). Feed in mash form and water were provided ad libitum.

The total collection method was used to determine metabolism. An initial adaptation period of 4 days was observed for the birds adapt to diet and environment, after which period the total excreta collection was followed by 3 days (Cortés et al., 2009). The excreta were collected in plastic bags twice by day (9 and 16 h) to prevent fermentation and stored at -10°C until further analysis.

The contents of dry matter (**DM**), nitrogen (**N**) and gross energy (**GE**) were determined in diets and excreta in agreement with the Association of Official Analytical Chemists (1996) to determine the coefficients of metabolizability of dry matter, crude protein, gross energy, and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (**AMEn**). For N analysis of excreta, HCl was added (prior to drying), to prevent nitrogen loss during the drying process (Ribeiro et al. 2001).

All data collected were processed using the statistical software package SAS, version 9.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Analyses of variance were performed using the GLM procedure (General Linear Models). When the means of the GLM were statistically different, were further compared by Tukey's test. Only data from intestinal morphology of chicks from 0 days old were transformed to logarithm, due to the high coefficient of variation.

RESULTS AND DISCUSSION

Chickens Evaluation

Results showed in Table 3 indicate an interaction between sex and incubation system for CL ($P = 0.01$). The chicks hatched in SS exhibited the highest CL (Table 3), with a length of approximately 1.06 and 2.56% higher compared to males and females of the MS system, respectively. These results indicate that the incubation system influenced the CL ($P < 0.001$), but did not show differences for the other characteristics. The difference in favor of SS system can be explained because this system works with a different incubation profile, as the incubation time progresses, meeting the embryo requirements, whereas the MS system operates with average parameters of temperature and humidity due to presence of eggs with different incubation times. Oviedo-Rondón et al. (2008) reported that embryos are sensitive to

incubations conditions at any age of development but especially during the last 4 days of incubation, when most of the organs, including the skeletal system, are under rapid maturation processes. They concluded that high machine air temperatures and low oxygen concentrations decreased significantly the length of long bones of chickens (femur and tibia). French (1997) reported that when the eggs are maintained at a constant machine air temperature (**MT**), as in the MS incubator, the embryo temperature or the EST are below of MT at the first half of the incubation period, and above of MT at the latter half, affecting embryonic development. Molenaar et al. (2010a) indicated that a constant EST throughout the incubation period can only be achieved by the SS incubators, because the setter parameters can be adjusted to compensate for excess embryos heat production. Hence, if we consider that the main difference between both systems is incubation temperature control, these results agree with those obtained by Lourens et al. (2005) and Molenaar et al. (2010b) that found a less CL in birds were subjected to a higher EST (38.9°C) compared to those incubated under normal EST (37.8°C).

Regarding to BW and yolk-free body mass, no differences were observed between the incubation systems confirming the results found by Oviedo-Rondón et al. (2008) who reported that the BW and yolk sac absorption were not affected by incubation temperatures. In contrast, various experiments indicated that chicks hatched in incubation systems managed with high EST exhibited lower yolk-free body mass at hatch (Leksrisonpong et al. 2007; Lourens et al. 2007; Molenaar et al. 2010b; Molenaar et al., 2011; Shim and Pesti, 2011). The differences between these results may be due to other factors in addition to temperature, for example, the interaction with different batches of eggs with different ages that were incubated inside the machine.

The incubation system did not influence the RIW, confirming the results obtained by Leksrisonpong et al. (2007), who observed no differences in this variable when were used

standards EST (38.2°C) and high EST (40°C) during the ED19 and ED20. However, in this study, there was effect of sex on the RIW ($P = 0.03$), where females showed a higher RIW than males. This can be explained by the fact that females hatch before males, having more time to develop the organs.

Broiler Chickens Performance

We observed an interaction between sex and incubation system for BW and WG ($P = 0.01$) and FCR at 7 d of age ($P = 0.06$). Multiple-stage females were lighter and showed the lowest WG and worse FCR compared to the other treatments (Table 4). This interaction continued to 8 to 21 d phase ($P = 0.02$, Table 4) for BW and WG, with MS females keeping lighter, but not for FCR. In the period from 22 to 40 d, there was effect of gender on all variables ($P < 0.01$, Table 4), where males were heavier, gained more weight, consumed more feed and were more efficient in converting feed. In the same period, SS chickens gained more weight ($P < 0.01$) regardless of sex; nevertheless, there were no differences in FI and FCR.

In the total period (1-40 d), no interaction was found. The results indicated that incubation system affected BW and WG ($P = 0.02$, Table 5), as well as AFCR ($P = 0.05$, Table 5): birds hatched in SS were heaviest and had higher WG as well as better AFCR compared to the ones hatched in MS machines for both sexes. The WG was also influenced by gender ($P < 0.01$), noting that males gained more weight than females. Similarly, Silva et al. (2011) indicating that birds hatched in SS incubators showed higher weight daily gain and better FCR in relation to the ones hatched in MS setters. Likewise, data from a study carried out by Oviedo-Rondón et al. (2009a) showed that females hatched in SS machines were heavier at 56 d of age than females hatched in MS ($P < 0.05$), with no difference for males. The differences between the incubation systems in relation to BW and WG may be due to differences in EST

and ventilation rates. The SS system has a different MT for each embryonic incubation phase in order to maintain a constant EST; as well maintain different ventilation rates during all incubation process, in particular, different CO₂ levels. Studies indicate that birds hatched in incubation systems that had higher CO₂ levels in the first half of the hatching process, such as occurs in SS systems, had a better performance at 28 d of age (de Smit et al. 2006). For FI and FCR (1 to 40 d), was not observed effect of system incubation, and no differences due to the incubation system were seen. The FI was different in all periods according to sex ($P < 0.01$), observing that females consumed less feed than males, independently of incubation system.

Histological Intestinal Analysis

No differences in morphology of the duodenum due to the incubation system were observed (Table 6). The results of VH and CD of duodenum from chickens of 0 d-old (Table 6) indicated a gender effect on VH, where the females exhibited larger villi relative to males ($P < 0.01$), without differences for CD. Once more, these results can be explained by the fact that females hatch before males, having more time for the development of intestinal villi. However, the same did not happen with the development of the jejunal villi, which showed no differences due to sex. It was observed that in this segment, chickens hatched in SS system showed higher CD ($P = 0.04$) without differences for VH. The differences in VH of duodenum due to sex that were observed at 0 days of age not continued for the first week of life (Table 6). These results can be supported because in that period was observed a significantly higher feed intake by the males. Studies carried out by Potturi et al (2005) suggest that one of the factors that most influence the proliferation of enterocytes and therefore the growth of the villi, after hatch, is the feed intake.

Already at 7 days of age, it was observed an influence of gender on the CD of the jejunum ($P < 0.05$, Table 6), and females had deeper crypts than males. No explanation in the literatures was found for these responses. In the other variables studied in this period was not observed effects due to the incubation system and sex.

Broiler Chickens Metabolism

Considering the metabolism responses (Table 7), we can state that during the first week of bird's life the metabolic rate was not affected by incubation system. But, it was observed that females had higher coefficients of metabolizability of gross energy and consequently higher AMEn ($P < 0.05$), with no differences neither for coefficients of metabolizability of dry matter or crude protein. These results agree with those obtained by Ten Doeschate et al. (1993) who reported that females showed 3% higher digestibility coefficients compared to males. Similarly, Hughes (2003) reported that the AME of wheat-based diets were influenced by sex, with females exhibiting higher AME (3,500 vs. 3,360 kcal/kg DM). On the other hand, some researchers have reported that sex has no effect on the AMEn (Ravindran et al., 2004) and AME values (Wallis and Balnave, 1984).

The differences between genders found in this experiment can be explained by possible differences in energy costs for repair and maintenance the gut, as well as differences in endogenous losses between males and females (Hughes, 2003). Moreover, because the fact that females hatch before than males and during the first week of life the small intestine of birds is not fully mature, as well as the fact that females showed larger RIW and VH of duodenum, it is possible that they can be in a most advantageous position because there is more space to retain indigestive feed and also greater absorptive area. However, further

research is convenient to evaluate the enzymatic concentrations in the small intestine of females and males that may confirm the results obtained in this study.

Finally, we can conclude that the best incubation conditions employed in the SS system improved the chicken length and crypt depth of jejunum at hatch, resulting in an improvement in broiler performance (2.98%), especially in the females (5.04%). However, unlike the system of incubation, the sex factor had implications on nutrient metabolizability coefficients in the first week of life of the bird.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to Petersime NV (Zulte, Belgium) for partial funding, as well as to Brasil Foods S/A (PR, Brazil), for providing the fertile eggs and facility for carrying out the experiment.

REFERENCES

- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Barri, A., C. F. Honaker, J. R. Sottosanti, R. M. Hulet, and A. P. McElroy. 2011. Effects of incubation temperature on nutrient transporters and small intestine morphology of broiler chickens. *Poult. Sci.* 90:118-125.
- Bruzual, J. J., S. D. Peak, J. Brake, and E. D. Peebles. 2000. Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks. *Poult. Sci.* 79:827-830.
- Cortés, M. E. M., A. M. L. Ribeiro, M. F. Gianfelici, A. M. Kessler, and M. L. Moraes. 2009. Study of methodological variations in apparent nutrient metabolism determination in broilers chickens. *Rev. Bras. Zoot.* 38:1921:1927.
- De Smit, L., V. Bruggeman, J. K. Tona, M. Debonne, O. Onagbesan, L. Arckens, J. De Baerdemaeker, and E. Decuypere. 2006. Embryonic developmental plasticity of the chick: increased CO₂ during early stages of incubation changes the developmental trajectories during prenatal and postnatal growth. *Comp. Biochem. Physiol. Part. A.* 145:166-175.
- French, N. A. 1997. Modelling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. *Poult. Sci.* 76:124-133.
- Hulet, R., G. Gladys, D. Hill, R. Meijerhof, and T. El-Shiekh. 2007. Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics. *Poult. Sci.* 86:408-412.
- Hulet, R. M. 2007. Managing Incubation: where are we and why? *Poult. Sci.* 86:1017-1019.
- Hughes, R. J. 2003. Energy Metabolism of chickens: physiological limitations. Rural Industries Research & Development Corporation. 02/151.

- Leksrisonpong, N., H. Romero-Sanchez, P. W. Plumstead, K. E. Brannan, and J. Brake. 2007. Broiler incubation. 1. Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks. *Poult. Sci.* 86:2685-2691.
- Lourens, A., H. van den Brand, R. Meijerhof, and B. Kempt. 2005. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. *Poult. Sci.* 84:914-920.
- Lourens, A., H. van den Brand, M. J. W. Heetkamp, R. Meijerhof, and B. Kempt. 2007. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poult. Sci.* 86:2194-2199.
- Luna, L. G. 1968. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. Page 258, 3rd ed. McGraw-Hill, New York.
- Molenaar, R., I. A. M. Reijrink, R. Meijerhof, and H. van den Brand. 2010a. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: a review. *Braz. J. Poult. Sci.* 12:137-148.
- Molenaar, R., R. Meijerhof, I. van den Anker, M. J. W. Heetkamp, J. J. G. C. van den Borne, B. Kemp, and H. van den Brand. 2010b. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. *Poult. Sci.* 89:2010-2021.
- Molenaar, R., I. van den Anker, R. Meijerhof, B. Kemp, and H. van den Brand. 2011. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration during incubation on the developmental and physiological status of broiler hatchlings in the perinatal period. *Poult. Sci.* 90:1257-1266.
- Oviedo-Rondón, E. O., J. Small, M. J. Wineland, V. L. Christensen, J. L. Grimes, S. V. L. Funderburk, D. T. Ort, and K. M. Mann. 2008. Effects of incubator temperature and

- oxygen concentration during the plateau stage of oxygen consumption on turkey embryo long bone development. *Poult. Sci.* 87:1484-1492.
- Oviedo-Rondón, E. O., M. J. Wineland, S. Funderburk, J. Small, H. Cutchin, and M. Mann. 2009a. Incubation conditions affect leg health in large, high-yield broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 18:640-646.
- Oviedo-Rondón, E. O., M. J. Wineland, J. Small, H. Cutchin, A. McElroy, A. Barri, and S. Martin. 2009b. Effect of incubation temperatures and chick transportation conditions on bone development and leg health. *J. Appl. Poult. Res.* 18:671-678.
- Peebles, E. D., M. R. Burnham, C. W. Gardner, J. Brake, J. J. Bruzual, and P. D. Gerard. 2001. Effects of incubational humidity and hen age on embryo composition in broiler hatching eggs from young breeders. *Poult. Sci.* 80:1299-1304.
- Potturi, P. V. L., J. A. Patterson, and T. J. Applegate. 2005. Effects of delayed placement on intestinal characteristics in turkey poults. *Poult. Sci.* 84:816-824.
- Ravindran, V., Y. B. Wu, and W. H. Hendriks. 2004. Effects of sex and dietary phosphorus level on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broiler chickens. *Arch. Anim. Nutr.* 58:405-411.
- Ribeiro, A. M. L., A. M. Penz Jr., T. K. Belay, and R. G. Teeter. 2001. Comparison of different drying techniques for nitrogen analysis of poultry excreta, feces, and tissue. *J. Appl. Poult. Res.* 10:21-23.
- SAS Institute. 2002. SAS Proprietary Software Version 9.0. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Shim, M. Y., and G. M. Pesti. 2011. Effects of incubation temperature on the bone development of broilers. *Poult. Sci.* 90:1867-1877.
- Silva, H. S. V., E. F. Lopes, B. B. Fonseca, P. L. da Silva, and T. A. C. Calil. 2011. Desempenho zootécnico de frangos de corte nascidos em sistemas de incubação de estágio

único e estágio múltiplo. Page 15 in Lamas Award – FACTA Conference. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, São Paulo, Brazil.

- Ten Doeschate, R. A., C. W. Scheele, V. V. Schreurs, and J. D. van der Klis, 1993. Digestibility studies in broiler chickens: influence of genotype, age, sex and method of determination. *Br. Poult. Sci.* 34:131-146.
- Uni, Z., E. Tako, O. Gal-Garber, and D. Sklan. 2003. Morphological, molecular and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. *Poult. Sci.* 82:1747–1754.
- Wallis, I. R., and D. Balnave. 1984. The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 25:401-407.
- Wineland, M. W., V. L. Christensen, I. Yildrum, B. D. Fairchild, K. M. Mann, and D. T. Ort. 2006. Incubator temperature and oxygen concentration at the plateau stage in oxygen consumption affects intestinal maturation of broiler chicks. *Poult. Sci.* 89:2678-2690.
- Willemsen, H., B. Kamers, F. Dahlke, H. Han, Z. Song, Z. Ansari Pirsaraei, K. Tona, E. Decuypere, and N. Everaert. 2010. High and low temperature manipulation during late incubation: Effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. *Poult. Sci.* 89:2678-2690.

Table 1. Incubation profiles¹ in multi-stage and single stage systems

Item	Multi-stage		AT _{min}	Single-stage		
	MT	WBT		AT _{max}	EST	WBT
<i>In Setter</i>						
Pre-heating, °F	86.0	---	76.0	97.0	---	---
Initial temperature, °F	99.4	82.0	99.7	99.7	100.2	96.0
Final temperature, °F	99.4	82.0	96.8	98.3	100.2	80.0
N° steps	1			14		
<i>In Hatcher</i>						
Initial temperature, °F	98.5	85.0	99.2	---	---	85.0
Final temperature, °F	98.5	85.0	99.2	---	---	82.0
N° steps	3			5		

¹Incubation Profiles: MT = incubator air temperature; WBT = wet bulb temperature; AT_{min} = minim incubator air temperature; AT_{max} = maxim incubator air temperature; EST = egg-shell temperature

Table 2. Ingredient and nutrient composition of the experimental diets (as-is basis)

Ingredients	Pre-Starter (%)	Starter (%)	Grower (%)	Finisher (%)
Corn	56.53	57.85	60.82	62.08
Soybean meal 47%	36.72	34.76	31.59	30.45
Limestone	1.37	1.21	1.13	1.15
Bicalcium phosphate	1.01	0.86	0.94	0.78
Soybean oil	2.98	4.22	4.34	4.59
Salt	0.51	0.45	0.46	0.43
Vitamin premix ¹	0.04	0.04	0.04	0.04
Mineral premix ²	0.07	0.07	0.07	0.07
DL-Methionine	0.37	0.31	0.31	0.24
L-Lysine	0.19	0.07	0.12	0.06
L-Threonine	0.17	0.12	0.14	0.07
Monensine 40%	0.03	0.03	0.03	0.03
Ronozyme NP	0.01	0.01	0.01	0.01
Nutrient Profile				
AME (kcal/kg)	3,000	3,100	3,104	3,170
Crude Protein (%)	22.00	21.00	19.80	19.20
Digestible Lysine (%)	1.32	1.18	1.13	1.05
Digestible Met + Cys (%)	0.93	0.86	0.83	0.75
Digestible Threonine (%)	0.86	0.78	0.76	0.67
Digestible Tryptophan (%)	0.25	0.24	0.22	0.22
Calcium (%)	1.00	0.90	0.88	0.85
Total P (%)	0.57	0.53	0.53	0.50
Available P (%)	0.45	0.42	0.42	0.40
Sodium (%)	0.22	0.20	0.20	0.19
Chloro (%)	0.38	0.33	0.34	0.31
Potassium (%)	0.91	0.88	0.82	0.80

¹Supplied per kilogram of feed: vitamin A, 9,280 IU from retinyl acetate; vitamin D, 2,240 IU from cholecalciferol; vitamin E, 20.8 IU from DL- α -tocopheryl acetate; vitamin K, 2.4 mg from menadione bisulfite; thiamin, 2.4 mg from thiamine mononitrate; riboflavin, 7.2 mg; pyridoxine, 3.6 mg from pyridoxine hydrochloride; cobalamine, 0.016 mg from cyanocobalamin; pantothenic acid, 17.6 mg from D-pantothenic acid; niacin, 52.8 mg from nicotinic acid; folic acid, 0.96 mg; biotin, 0.08 mg from D-biotin.

²Supplied per kilogram of feed: Mn, 105 mg from MnSO₄; Zn, 70 mg from ZnO; Fe, 56 mg from FeSO₄; Cu, 10.5 mg from CuO; I, 0.84 mg from KI; Se, 0.3 mg from Na₂SeO₃.

Table 3. Body weight, relative yolk-sac weight, yolk-free body mass, relative intestine weight and chicken length at hatch

Treatments	Parameters ¹				
	BW (g)	RYW (g/100 g)	YFBM (g)	RIW (g/100 g)	CL (cm)
	Sex				
Females	44.56	10.76	39.76	5.30 ^a	20.01
Males	44.86	11.20	39.83	4.91 ^b	19.81
	Incubator				
Multiple	44.83	11.21	39.80	4.96	19.73
Single	44.58	10.75	39.79	5.25	20.09
	Interaction				
Female x Multiple	44.71	11.04	39.76	5.17	19.90 ^b
Female x Single	44.41	10.49	39.76	5.43	20.11 ^a
Male x Multiple	44.96	11.39	39.83	4.74	19.56 ^c
Male x Single	44.76	11.00	39.82	5.07	20.06 ^a
	<i>P</i> -value				
Sex	0.15	0.17	0.73	0.03	<0.001
Incubator	0.23	0.12	0.96	0.10	<0.001
Interaction	0.82	0.80	0.98	0.83	0.01
SEM	0.15	0.23	0.14	0.12	0.04

^{a-c}Means with different superscripts differ ($P < 0.05$) based on Tukey's honestly significant difference test

¹Parameters: RYW = relative yolk-sac weight; YFBM = yolk-free body mass; RIW = relative intestine weight; CL = chicken length

Table 4. Performance of broiler chickens during the periods 1 to 7, 8 to 21, 22 to 40 and 1 to 40 days of age

Treatment	-----1 to 7 d-----				-----8 to 21 d-----			-----22 to 40 d-----			-----1 to 40 d-----				
	BW	GW	FI	FCR	GW	FI	FCR	WG	FI	FCR	BW	GW	FI	FCR	AFCR
	-----g/bird-----				----g/bird----			----g/bird----			-----g/bird-----				
	g/g				g/g			g/g			g/g				
Sex															
Female	196	153	168 ^b	1.102	792	1134 ^b	1.431	1612 ^b	2859 ^b	1.774 ^b	2603 ^b	2558 ^b	4163 ^b	1.627 ^b	1.671 ^b
Male	205	162	175 ^a	1.081	918	1294 ^a	1.411	1991 ^a	3335 ^a	1.676 ^a	3116 ^a	3070 ^a	4810 ^a	1.566 ^a	1.525 ^a
Incubator															
Multiple	199	156	170	1.091	853	1205	1.415	1764 ^b	3065	1.745	2818 ^b	2772 ^b	4448	1.606	1.615 ^b
Single	202	159	173	1.092	857	1223	1.427	1893 ^a	3129	1.706	2902 ^a	2856 ^a	4525	1.587	1.581 ^a
Interaction															
Female x Multiple	192 ^c	149 ^c	166	1.116 ^b	779 ^c	1119	1.437	1565	2781	1.780	2539	2492	4070	1.631	1.687
Female x Single	200 ^b	157 ^b	171	1.089 ^{ab}	806 ^b	1149	1.425	1660	2936	1.769	2667	2624	4256	1.623	1.655
Male x Multiple	206 ^a	163 ^a	174	1.066 ^a	927 ^a	1290	1.392	1963	3349	1.710	3096	3052	4825	1.580	1.543
Male x Single	204 ^{ab}	161 ^{ab}	175	1.096 ^{ab}	909 ^a	1298	1.429	2018	3321	1.643	3136	3088	4795	1.551	1.508
<i>P</i> -value															
Sex	<.0001	0.0001	0.009	0.15	<0.0001	<0.0001	0.21	<0.0001	<0.0001	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001	<0.0001
Incubator	0.11	0.11	0.16	0.92	0.62	0.27	0.45	0.01	0.27	0.11	0.02	0.02	0.27	0.26	0.05
Interaction	0.01	0.01	0.41	0.06	0.02	0.51	0.13	0.47	0.12	0.26	0.18	0.15	0.13	0.54	0.93
SEM	1.30	1.30	1.52	0.010	6.39	11.61	0.012	19.29	40.56	0.017	22.96	22.59	48.43	0.011	0.012

^{a-c}Means with different superscripts differ ($P < 0.06$) based on Tukey's honestly significant difference test
 GW = gain weight; FI = feed intake; FCR = feed conversion rate; AFCR = adjusted feed conversion rate to 3.00 kg

Table 5. Intestinal morphology¹ of duodenum and jejunum from chickens of 0 and 7 days of age

Treatment	0 days				7 days			
	Duodenum		Jejunum		Duodenum		Jejunum	
	VH (um)	CD (um)	VH (um)	CD (um)	VH (um)	CD (um)	VH (um)	CD (um)
	Sex							
Female	518 ^a	56.20	381	56.53	1,339	143.77	782	128.50 ^a
Male	425 ^b	53.34	407	53.94	1,343	148.20	746	112.23 ^b
	Incubator							
Multiple	454	54.27	398	52.34 ^b	1,337	140.74	778	117.22
Single	481	55.27	391	58.13 ^a	1,345	151.23	749	123.50
	Interaction							
Female x Multiple	499	56.49	383	54.83	1,290	135.68	778	122.47
Female x Single	521	55.92	380	58.23	1,388	151.87	785	134.53
Male x Multiple	408	52.04	412	49.84	1,384	145.80	779	111.97
Male x Single	442	54.63	402	58.03	1,302	150.60	712	112.48
	P-value							
Sex	<0.01	0.18	0.31	0.52	0.94	0.54	0.46	<0.05
Incubator	0.32	0.69	0.78	0.04	0.88	0.15	0.54	0.41
Interaction	0.69	0.59	0.94	0.37	0.08	0.43	0.45	0.45
SEM	19.07	1.59	15.94	1.84	34.93	5.02	34.24	5.35

^{a-b}Means with different superscripts differ ($P < 0.05$) based on Tukey's honestly significant difference test

¹Intestinal morphology: VH= villi height; CD= crypt depth

Table 6. Coefficients of metabolizability of dry matter, crude protein, gross energy and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen of chickens from 5 to 7 days of age

Treatment	Coefficients of metabolizability ¹			
	CMDM (%)	CMCP (%)	CMGE (%)	AME _n (kcal/kg)
		Sex		
Female	72.45	68.93	77.30 ^a	2,960 ^a
Male	71.18	67.34	75.82 ^b	2,903 ^b
		Incubator		
Multiple	72.33	68.60	76.98	2,946
Single	71.21	67.57	76.04	2,914
		Interaction		
Female x Multiple	72.71	68.84	77.58	2,971
Female x Single	72.19	69.03	77.01	2,949
Male x Multiple	71.99	68.39	76.46	2,925
Male x Single	70.24	66.11	75.07	2,878
		P-value		
Sex	0.07	0.10	0.02	0.01
Incubator	0.12	0.30	0.12	0.12
Interaction	0.39	0.23	0.51	0.56
SEM	0.38	0.52	0.34	12.09

^{a,b}Means with different superscripts differ ($P < 0.05$) based on Tukey's honestly significant difference test

¹ Coefficients of metabolizability: CMDM = coefficient of metabolizability of dry matter; CMCP = coefficient of metabolizability of crude protein; CMGE = coefficient of metabolizability of gross energy, AME_n= apparent metabolizable energy corrected for nitrogen

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos experimentos realizados na área de incubação são referidos principalmente à avaliação dos efeitos dos parâmetros ambientais sobre as características e conseqüente desempenho das aves. No entanto, poucas pesquisas científicas têm sido desenvolvidas com o objetivo de estudar as diferenças nos dois sistemas de incubação disponíveis na indústria avícola, apesar de que os sistemas de estágio único venham sendo mais utilizados nos últimos 10 anos.

A concepção deste experimento surgiu vários anos antes de iniciar o curso de Mestrado e graças à experiência laboral dentro de incubatórios de estágio múltiplo e único, onde consegui perceber algumas diferenças entre os dois sistemas, baseados principalmente em:

- Custo de aquisição da maquinaria: Incubadoras de estágio único apresentam custos maiores em relação às de estágio múltiplo.
- Custo de manutenção: Sistemas de estágio único requerem peças de reposição que tem custos maiores do que os de estágio múltiplo.
- Qualificação da mão de obra: Como a maioria dos incubatórios a nível mundial é de estágio múltiplo, a mão de obra disponível em vários países está dirigida para o trabalho com este tipo de maquinaria, que possui um conceito diferente ao adotado com incubadoras de estágio único. A mudança do pensamento e da forma de operação dos trabalhadores constitui um reto para o gerente do incubatório.
- Necessidade de incubar grupos de ovos bem uniformes em idade dentro das máquinas de estágio único, devido à mudança dos parâmetros ambientais de acordo com as exigências do embrião.
- Qualidade de pinto: Geralmente, pintos nascidos em estágio único apresentam ombigos bem cicatrizados, pés mais brilhantes e grossos.
- A janela de nascimento em estágio único tende a ser menor. Os pintos nascem numa faixa de tempo estreita em relação aos nascidos em estágio múltiplo.

Não obstante, é importante indicar que durante o primeiro ano do mestrado, existiu a possibilidade da mudança do foco do experimento, já que durante esse período aconteceu a fase de adaptação para uma cultura e sistema de ensino diferente ao vivido no Perú, bem como foi experimentado uma mudança de um ambiente de trabalho para outro completamente distinto, como é o ambiente de estudo. Também, nas pesquisas realizadas no Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO), consegui apreciar que toda a coordenação logística dos experimentos é realizada pelos mesmos alunos, devendo planejar a compra e o fornecimento de todos os materiais

necessários. Além disso, no meu caso, devia procurar um local de incubação que tenha ambos os sistemas juntos. No entanto, graças à ajuda de muitos colegas e da minha orientadora, bem como de ter tido a oportunidade de participar na execução de alguns trabalhos, no segundo ano de estudo a conceição para o desenvolvimento do experimento próprio mudou, tornando-se relativamente mais simples.

O experimento foi dividido em três estágios, classificados pelo local de execução dos mesmos. O primeiro foi conduzido no Incubatório da Empresa Brasil Foods S/A onde foi realizado o processo de incubação e avaliação dos pintos nascidos nos dois sistemas de incubação. Como já foi indicado no Capítulo II, só foi observado um efeito do sistema de incubação no comprimento do pinto, bem como um efeito do sexo sobre o peso relativo do intestino. Embora não tenha se planejado a hipótese que ambos os sistemas apresentam porcentagens de eclodibilidade diferentes, é interessante indicar que os dados encontrados foram numericamente diferentes, a favor do sistema de estágio único, mas não estatisticamente.

Embora a hipótese de estudar o efeito do sistema de incubação (estágio único ou múltiplo) nas taxas de metabolizabilidade dos nutrientes durante a primeira semana de vida das aves não tenha sido aceita totalmente, foi observado que fêmeas são mais eficientes em metabolizar a energia do alimento quando comparadas com os machos. Esses resultados são suportados pelos maiores pesos relativos do intestino e índices de altura de vilos duodenais que as fêmeas exibiram aos 0 dias de idade. No entanto, devido à literatura controversa, onde alguns autores afirmam que o metabolismo de nutrientes não é afetado pelo sexo, e outros indicam que machos são mais eficientes que fêmeas, seria necessário avaliar as diferenças nas concentrações enzimáticas no intestino delgado para confirmar os resultados encontrados.

A maior parte das pesquisas orientadas à avaliação do metabolismo têm sido desenvolvidas com frangos com mais de duas semanas de idade. Não obstante, devido à necessidade de estudar a influência do sistema de incubação sobre o metabolismo dos pintos, fez-se necessário que o período experimental seja planejado durante os primeiros sete dias pós-nascimento. Embora, o estresse gerado pela mudança de ambiente, manejo dos pintos no incubatório (sexagem e vacinação), transporte e alojamento em gaiolas, pode trazer como consequência que os pintos precisem mais de quatro dias para se adaptar às novas condições de criação, sendo necessário testar diferentes metodologias visando estabelecer períodos adequados de adaptação e coleta de excretas em pintos recém-nascidos.

Em relação à avaliação da morfologia intestinal, é necessário salientar que no projeto inicial deste experimento constava uma avaliação ao nascimento, 7, 21 e 40 dias de idade; no entanto, devido à falta de efeito do sistema de incubação sobre o crescimento dos vilos aos 7 dias e pelos efeitos das condições de incubação geralmente serem observados na primeira semana de vida das aves, somente foram realizadas as duas primeiras avaliações.

Além disso, as técnicas de coleta do intestino e preparação das lâminas histológicas não foram fáceis de executar, uma vez que durante a

leitura de algumas delas não foi possível encontrar vilos inteiros, tendo-se que elaborar novas lâminas, dilatando as análises.

Do mesmo modo, uma vez terminada a preparação das lâminas, foi difícil encontrar o lugar certo para realizar as leituras das mesmas. Inicialmente foi planejado executar este trabalho no Centro de Diagnóstico de Patologia Aviária da UFRGS (CDPA), contudo, o local entrou em reforma, paralisando as suas atividades. Logo, foi acordado com o Laboratório de Histologia e Embriologia Comparadas do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da UFRGS, mas, esse laboratório tinha um horário de atendimento muito restrito. Finalmente, graças à colaboração de um Laboratório privado que contava com os aparelhos necessários, as análises foram realizadas nesse local.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Official methods of analysis. 16th ed. Washington, 1996.

BARRI, A. et al. Effects of incubation temperature on nutrient transporters and small intestine morphology of broiler chickens. *Poultry Science*, Champaign, v. 90, p. 118-125, 2011.

BARTOV, I. Effect of age of broiler chicks and method of determination on the metabolizable energy of corn. In: *WORLD POULTRY CONGRESS*, 18., 1988, Nagoya. Proceedings... Nagoya, 1988. p. 787-789.

BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2. ed. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2002. p. 75-95.

BRUZUAL, J. J. et al. Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks. *Poultry Science*, Champaign, v. 79, p. 827-830, 2000a.

BRUZUAL, J. J. et al. Effects of relative humidity during the last five days of incubation and brooding temperature on performance of broiler chicks from young broiler breeders. *Poultry Science*, Champaign, v. 79, p. 827-830, 2000b.

CHICK MASTER. The case for single stage Incubation. *e-News Chick Master*, Ohio, n. 2, p. 2-4, 2005.

CORTÉS, M. E. M. et al. Study of methodological variations in apparent nutrient metabolism determination in broilers chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 1921-1927, 2009.

DECUYPERE, E. et al. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. *Manejo da incubação*. 2. ed. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p. 65-94.

DEEMING, D. C. Characteristics of unturned eggs: critical period, retarded embryonic growth and poor albumen utilization. *British Poultry Science*, London, v. 307, p. 239-249, 1989.

DE SMIT, L. 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, Part. A.*, v. 145, n. 2, p. 166-175, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643306003308>>. Acesso em: 03 set. 2012.

DE SMIT, L. 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*, Champaign, v. 87, p. 551-560, 2008.

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

ELIBOL, O.; BRAKE, J. Effect of egg turning angle and frequency during incubation on hatchability and incidence of unhatched broiler embryos with head in the small end of the egg. *Poultry Science*, Champaign, v. 85, p. 1433-1437, 2006.

EVERAERT, N. et al. Effect of four percent carbon dioxide during the second half of incubation on embryonic development, hatching parameters, and posthatch growth. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, p. 1372-1379, 2007.

FRENCH, N. A. Modelling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. *Poultry Science*, Champaign, v. 76, p. 124-133, 1997.

HULET, R. et al. Influence of egg shell embryonic incubation temperature and broiler breeder flock age on posthatch growth performance and carcass characteristics. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, p. 408-412, 2007.

HULET, R. M. Managing Incubation: where are we and why? *Poultry Science*, Champaign, v. 86, p. 1017-1019, 2007.

HUGHES, R. J. Energy metabolism of chickens: physiological limitations. Kingston, Australian: Rural Industries Research & Development Corporation, 2003. (RIRDC publication, 02/151).

KARCHER, D. M.; APPLGATE, T. Survey of enterocyte morphology and tight junctions formation in the small intestine of avian embryos. *Poultry Science*, Champaign, v. 87, p. 339-350, 2008.

KRÁS, R. V. Efeito do nível de fibra da dieta, da linhagem e da idade sobre desempenho, balanço energético e o metabolismo da digesta em frangos de corte, 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LA SCALA, N. Jr. Aspectos físicos da incubação. In: MACARI, M.; GONZALES, E. Manejo da incubação. 2. ed. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p. 97-124.

LEKSRIOMPONG, N. et al. Broiler incubation. 1. Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, p. 2685-2691, 2007.

LEKSRIOMPONG, N. et al. Broiler incubation. 2. Interaction of incubation and brooding temperatures on broiler chick feed consumption and growth. *Poultry Science*, Champaign, v. 89, p. 1321-1329, 2009.

LOURENS, A. et al. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. *Poultry Science*, Champaign, v. 84, p. 914-920, 2005.

LOURENS, A. et al. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, p. 2194-2199, 2007.

LOURENS, A. et al. Energy partitioning during incubation and consequences for embryo temperature: a theoretical approach. *Poultry Science*, Champaign, v. 90, p. 516-523, 2011.

LUNA, L. G. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1968. 258 p.

MACHADO, C. R. Crescimento do tecido adiposo. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2002. p. 299-311.

MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2002. p. 113-123.

MEIJERHOF, R. Embryo temperature as a tool in the incubation process. Oxford: Incubation and Fertility Research Group, 2000. (WPSA Working Group, 6).

MEIR, M.; NIR, A.; AR, A. Increasing hatchability of turkey eggs by matching incubator humidity to shell conductance of individual eggs. *Poultry Science*, Champaign, v. 63, p. 1489-1496, 1984.

MOLENAAR, R. et al. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 12, n. 3, p. 137-148, 2010a.

MOLENAAR, R. et al. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. *Poultry Science*, Champaign, v. 89, p. 2010-2021, 2010b.

MOLENAAR, R. et al. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration during incubation on the developmental and physiological status of broiler hatchlings in the perinatal period. *Poultry Science*, Champaign, v. 90, p. 1257-1266, 2011.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. et al. Effects of incubator temperature and oxygen concentration during the plateau stage of oxygen consumption on turkey embryo long bone development. *Poultry Science*, Champaign, v. 87, p. 1484-1492, 2008.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. et al. Incubation conditions affect leg health in large, high-yield broilers. *Journal of Applied of Poultry Research*, Stanford, v. 18, p. 640-646, 2009a.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. et al. Effect of incubation temperatures and chick transportation conditions on bone development and leg health. *Journal of Applied of Poultry Research*, Stanford, v. 18, p. 671-678, 2009b.

PRADO-REVOLLEDO, O. F. et al. Oxígeno adicional en incubación del pollo de engorda. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 58, n. 221, p. 85-91, 2009.

PEEBLES, E. D. et al. Effects of incubational humidity and hen age on embryo composition in broiler hatching eggs from young breeders. *Poultry Science*, Champaign, v. 80, p. 1299-1304, 2001.

POTTURI, P. V.; PATTERSON, J. A.; APPLGATE, T. J. Effects of delayed placement on intestinal characteristics in turkey poults. *Poultry Science*, Champaign, v. 84, p. 816-824, 2005.

PIESTUN, Y. et al. Thermal manipulations during broiler embryogenesis improves post-hatch performance under hot conditions. *Journal of Thermal Biology*, v. 36, n. 7, p. 469-474, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456511001112#>>. Acesso em: 30 maio 2012.

RAHN, H.; AR, A. The avian egg: incubation time and water loss. *The Condor*, Onklahoma, v. 76, p. 147-152, 1974.

RAVINDRAN, V.; WU, Y. B.; HENDRIKS, W. H. Effects of sex and dietary phosphorus level on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, v. 58, p. 405-411, 2004.

RIBEIRO, A. M. L. et al. Comparison of different drying techniques for nitrogen analysis of poultry excreta, feces, and tissue. *Journal of Applied of Poultry Research*, Stanford, v. 10, p. 21-23, 2001.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistics. Cary, NC, 2002. Version 9.0.

SALAZAR, A. I. Incubación: opciones operativas. 2009. Tomado de Watt Poultry. Disponível em: <<http://www.chickmaster.blogspot.com/2009/03/incubacion-opciones-operativas.html>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

SANTOS, J. E. C. et al. Effect of the breeder hen strain and age on egg water loss and embryonic weight during artificial incubation. *Bioscience Journal*, Ubêlandia, v. 25, n. 1, p. 163-169, 2009.

SELL, J. L. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. *Journal of Applied of Poultry Research*, Stanford, v. 5, p. 96-101, 1996.

SHIM, M. Y.; PESTI, G. M. Effects of incubation temperature on the bone development of broilers. *Poultry Science*, Champaign, v. 90, p. 1867-1877, 2011.

SILVA, H. S. V. et al. Desempenho zootécnico de frangos de corte nascidos em sistemas de incubação de estágio único e estágio múltiplo. In: PRÊMIO LAMAS – CONFERÊNCIA FACTA, 2011, Santos. Anais... Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2011. 1 CD-ROM.

SIREGAR, A. P.; FARREL, D. J. A comparison of the energy and nitrogen metabolism of feed ducklings and chickens. *British Poultry Science*, London, v. 21, p. 213-227, 1980.

SULISTIYANTO, B.; AKIBA, Y.; SATO, K. Energy utilization of carbohydrate, fat and protein sources in newly hatched broiler chicks. *British Poultry Science*, London, v. 40, p. 653-659, 1999.

TEN DOESCHATE, R. A. et al. Digestibility studies in broiler chickens: influence of genotype, age, sex and method of determination. *British Poultry Science*, London, v. 34, p. 131-146, 1993.

TONA, K.; DECUYPERE, E.; COUCKE, W. The effects of strain, hen age and transferring eggs from turning to stationary trays after 15 to 18 days of incubation on hatchability. *British Poultry Science*, London, v. 42, p. 663-667, 2001.

TONA, K. et al. Effects of turning duration during incubation on corticosterone and thyroid hormone levels, gas pressures in air cell, chick quality and juvenile growth. *Poultry Science*, Champaign, v. 82, p. 1974-1979, 2003.

TONA, K. et al. Effects of turning duration during Incubation on embryo growth, utilization of albumen, and stress regulation. *Poultry Science*, Champaign, v. 84, p. 315-320, 2005.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science*, Champaign, v. 77, p. 75–82, 1998.

UNI, Z., E. et al. Small intestinal development in the young chick: crypt formation and enterocyte proliferation and migration. *British Poultry Science*, London, v. 41, p. 544–551, 2000.

UNI, Z., E. et al. Morphological, molecular and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. *Poultry Science*, Champaign, v. 82, p. 1747–1754, 2003.

WALLIS, I. R.; BALNAVE, D. The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens. *British Poultry Science*, London, v. 25, p. 401-407, 1984.

WINELAND, M. W. et al. Incubator temperature and oxygen concentration at the plateau stage in oxygen consumption affects intestinal maturation of broiler chicks. *Poultry Science*, Champaign, v. 89, p. 2678-2690, 2006.

WILLEMSEN, H. et al. High and low temperature manipulation during late incubation: Effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. *Poultry Science*, Champaign, v. 89, p. 2678-2690, 2010.

YAGHOB FAR, A. Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolisable energy value of maize. *British Poultry Science*, London, v. 42, p. 350-353, 2001.

YAHAV, S.; SASSON RATH, R.; SHINDER D. The effect of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chicks (*Gallus domesticus*) on hatchability, body weight and thermoregulation after hatch. *Journal of Thermal Biology*, Oxford, v. 29, n. 4-5, p. 245-250, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306456504000312>>. Acesso em: 07 nov. 2012.

ZELENKA, J. Influence of the age of chickens on the metabolisable energy values of poultry diets. *British Poultry Science*, London, v. 9, p. 135-142, 1968.

ZELENKA, J. Effects of sex, age and food intake upon metabolisable energy values in broiler chickens. *British Poultry Science*, London, v. 38, p. 281-284, 1997.

APÊNDICE

APÊNDICE 1. Perfil de temperatura do ar e de embriões utilizado no sistema de incubação de estágio único

Passo	Dias	Horas	TA Min (°F)	TA Max (°F)	Temperatura do ovo (°F)
1	0	0	99,7	99,7	100,2
2	1	24	99,6	99,6	100,1
3	3	72	99,4	99,5	100,0
4	5	120	99,2	99,4	100,0
5	7	168	99,0	99,3	100,0
6	8	192	98,8	99,3	100,0
7	9	216	98,5	99,3	100,0
8	10	240	98,2	99,2	100,0
9	11	264	97,8	99,1	100,0
10	12	288	97,5	99,0	100,0
11	14	336	97,2	98,8	100,1
12	15	360	97,0	98,5	100,1
13	16	376	96,9	98,4	100,1
14	17	400	96,8	98,3	100,2

APÊNDICE 2. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
M	M	MM	1	45,90	5,60	40,30	12,20	1,2140
M	M	MM	1	43,00	3,90	39,10	9,07	1,2649
M	M	MM	1	43,80	4,70	39,10	10,73	1,2371
M	M	MM	1	45,40	6,20	39,20	13,66	1,1923
M	M	MM	1	42,20	4,20	38,00	9,95	1,2498
M	M	MM	2	45,10	6,00	39,10	13,30	1,1974
M	M	MM	2	45,80	5,20	40,60	11,35	1,2271
M	M	MM	2	45,10	4,70	40,40	10,42	1,2421
M	M	MM	2	44,50	4,00	40,50	8,99	1,2663
M	M	MM	2	44,70	4,20	40,50	9,40	1,2593
M	M	MM	3	44,00	4,10	39,90	9,32	1,2606
M	M	MM	3	44,80	4,90	39,90	10,94	1,2337
M	M	MM	3	43,80	4,80	39,00	10,96	1,2334
M	M	MM	3	44,60	4,10	40,50	9,19	1,2628
M	M	MM	3	46,80	8,00	38,80	17,09	1,1446
M	M	MM	4	45,60	5,60	40,00	12,28	1,2128
M	M	MM	4	46,40	6,00	40,40	12,93	1,2030
M	M	MM	4	46,20	5,40	40,80	11,69	1,2219
M	M	MM	4	46,80	6,00	40,80	12,82	1,2046
M	M	MM	4	47,60	3,80	43,80	7,98	1,2843

APÊNDICE 2. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
M	M	MM	5	46,00	5,20	40,80	11,30	1,2279
M	M	MM	5	44,30	4,70	39,60	10,61	1,2390
M	M	MM	5	45,60	6,70	38,90	14,69	1,1774
M	M	MM	5	47,30	5,80	41,50	12,26	1,2130
M	M	MM	5	45,10	4,20	40,90	9,31	1,2607
M	M	MM	6	44,60	5,60	39,00	12,56	1,2086
M	M	MM	6	41,90	4,60	37,30	10,98	1,2331
M	M	MM	6	43,90	5,00	38,90	11,39	1,2266
M	M	MM	6	43,50	4,60	38,90	10,57	1,2396
M	M	MM	6	44,60	7,10	37,50	15,92	1,1604
M	M	MM	7	45,90	4,90	41,00	10,68	1,2380
M	M	MM	7	45,50	5,50	40,00	12,09	1,2157
M	M	MM	7	44,60	5,60	39,00	12,56	1,2086
M	M	MM	7	43,00	4,20	38,80	9,77	1,2529
M	M	MM	7	43,80	5,10	38,70	11,64	1,2226
M	M	MM	8	45,60	5,30	40,30	11,62	1,2229
M	M	MM	8	44,80	4,00	40,80	8,93	1,2674
M	M	MM	8	45,00	5,40	39,60	12,00	1,2171
M	M	MM	8	45,50	5,00	40,50	10,99	1,2329
M	M	MM	8	45,80	5,20	40,60	11,35	1,2271

APÊNDICE 2. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
F	M	FM	1	43,70	4,70	39,00	10,76	1,2367
F	M	FM	1	44,00	5,50	38,50	12,50	1,2094
F	M	FM	1	43,90	5,10	38,80	11,62	1,2230
F	M	FM	1	45,50	5,20	40,30	11,43	1,2259
F	M	FM	1	45,30	5,00	40,30	11,04	1,2321
F	M	FM	2	46,70	6,20	40,50	13,28	1,1978
F	M	FM	2	43,90	4,80	39,10	10,93	1,2338
F	M	FM	2	43,50	6,70	36,80	15,40	1,1675
F	M	FM	2	45,90	4,90	41,00	10,68	1,2380
F	M	FM	2	44,70	4,40	40,30	9,84	1,2517
F	M	FM	3	46,60	4,20	42,40	9,01	1,2659
F	M	FM	3	44,10	5,00	39,10	11,34	1,2274
F	M	FM	3	43,40	4,20	39,20	9,68	1,2545
F	M	FM	3	48,20	6,70	41,50	13,90	1,1887
F	M	FM	3	45,10	3,70	41,40	8,20	1,2803
F	M	FM	4	47,50	7,20	40,30	15,16	1,1709
F	M	FM	4	44,10	4,60	39,50	10,43	1,2419
F	M	FM	4	46,80	6,60	40,20	14,10	1,1858
F	M	FM	4	44,60	3,80	40,80	8,52	1,2746
F	M	FM	4	43,50	5,10	38,40	11,72	1,2213

APÊNDICE 2. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
F	M	FM	5	42,60	4,60	38,00	10,80	1,2360
F	M	FM	5	42,90	3,90	39,00	9,09	1,2645
F	M	FM	5	44,40	3,60	40,80	8,11	1,2821
F	M	FM	5	45,80	5,90	39,90	12,88	1,2037
F	M	FM	5	45,10	5,90	39,20	13,08	1,2007
F	M	FM	6	44,80	5,10	39,70	11,38	1,2266
F	M	FM	6	43,80	4,60	39,20	10,50	1,2408
F	M	FM	6	44,30	5,10	39,20	11,51	1,2246
F	M	FM	6	44,70	4,00	40,70	8,95	1,2670
F	M	FM	6	43,40	4,50	38,90	10,37	1,2430
F	M	FM	7	45,90	4,80	41,10	10,46	1,2415
F	M	FM	7	45,10	5,50	39,60	12,20	1,2141
F	M	FM	7	44,30	4,50	39,80	10,16	1,2464
F	M	FM	7	47,20	6,30	40,90	13,35	1,1968
F	M	FM	7	42,20	4,70	37,50	11,14	1,2305
F	M	FM	8	43,30	4,50	38,80	10,39	1,2426
F	M	FM	8	45,00	4,70	40,30	10,44	1,2417
F	M	FM	8	43,40	3,40	40,00	7,83	1,2871
F	M	FM	8	43,40	4,00	39,40	9,22	1,2623
F	M	FM	8	45,60	4,60	41,00	10,09	1,2476

APÊNDICE 2. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
M	U	MU	1	47,60	6,50	41,10	13,66	1,1923
M	U	MU	1	46,90	8,30	38,60	17,70	1,1366
M	U	MU	1	44,10	6,00	38,10	13,61	1,1930
M	U	MU	1	46,70	4,80	41,90	10,28	1,2444
M	U	MU	1	44,60	4,40	40,20	9,87	1,2513
M	U	MU	2	45,60	6,10	39,50	13,38	1,1964
M	U	MU	2	46,60	6,00	40,60	12,88	1,2038
M	U	MU	2	46,00	5,50	40,50	11,96	1,2177
M	U	MU	2	44,10	5,80	38,30	13,15	1,1997
M	U	MU	2	44,50	5,80	38,70	13,03	1,2014
M	U	MU	3	46,10	6,10	40,00	13,23	1,1985
M	U	MU	3	46,80	6,30	40,50	13,46	1,1951
M	U	MU	3	44,80	4,00	40,80	8,93	1,2674
M	U	MU	3	43,80	3,80	40,00	8,68	1,2718
M	U	MU	3	44,80	4,00	40,80	8,93	1,2674
M	U	MU	4	45,20	4,50	40,70	9,96	1,2498
M	U	MU	4	43,00	4,60	38,40	10,70	1,2376
M	U	MU	4	47,20	5,20	42,00	11,02	1,2325
M	U	MU	4	43,70	4,80	38,90	10,98	1,2330
M	U	MU	4	45,60	4,20	41,40	9,21	1,2624

APÊNDICE 2. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
M	U	MU	5	42,60	2,70	39,90	6,34	1,3163
M	U	MU	5	43,90	5,90	38,00	13,44	1,1954
M	U	MU	5	44,50	5,70	38,80	12,81	1,2048
M	U	MU	5	45,30	4,70	40,60	10,38	1,2428
M	U	MU	5	42,80	3,90	38,90	9,11	1,2641
M	U	MU	6	42,70	3,30	39,40	7,73	1,2891
M	U	MU	6	42,70	4,20	38,50	9,84	1,2518
M	U	MU	6	45,90	5,30	40,60	11,55	1,2241
M	U	MU	6	41,80	4,00	37,80	9,57	1,2563
M	U	MU	6	44,90	4,30	40,60	9,58	1,2562
M	U	MU	7	43,20	3,30	39,90	7,64	1,2908
M	U	MU	7	45,50	3,80	41,70	8,35	1,2776
M	U	MU	7	44,40	5,10	39,30	11,49	1,2250
M	U	MU	7	44,40	4,10	40,30	9,23	1,2620
M	U	MU	7	45,20	5,00	40,20	11,06	1,2317
M	U	MU	8	46,20	4,90	41,30	10,61	1,2391
M	U	MU	8	43,90	4,50	39,40	10,25	1,2449
M	U	MU	8	44,80	5,30	39,50	11,83	1,2197
M	U	MU	8	45,20	6,50	38,70	14,38	1,1818
M	U	MU	8	42,70	4,40	38,30	10,30	1,2440

APÊNDICE 2. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
F	U	FU	1	43,30	3,10	40,20	7,16	1,2999
F	U	FU	1	45,00	5,50	39,50	12,22	1,2136
F	U	FU	1	45,40	5,00	40,40	11,01	1,2325
F	U	FU	1	45,50	4,10	41,40	9,01	1,2659
F	U	FU	1	44,50	5,50	39,00	12,36	1,2116
F	U	FU	2	43,20	6,80	36,40	15,74	1,1628
F	U	FU	2	44,50	3,30	41,20	7,42	1,2950
F	U	FU	2	45,80	4,50	41,30	9,83	1,2520
F	U	FU	2	44,70	5,10	39,60	11,41	1,2262
F	U	FU	2	43,40	7,00	36,40	16,13	1,1575
F	U	FU	3	44,60	3,90	40,70	8,74	1,2706
F	U	FU	3	43,90	5,20	38,70	11,85	1,2194
F	U	FU	3	46,30	4,80	41,50	10,37	1,2430
F	U	FU	3	44,60	4,50	40,10	10,09	1,2476
F	U	FU	3	43,40	4,30	39,10	9,91	1,2506
F	U	FU	4	44,10	4,90	39,20	11,11	1,2310
F	U	FU	4	41,70	4,50	37,20	10,79	1,2361
F	U	FU	4	47,30	5,50	41,80	11,63	1,2228
F	U	FU	4	44,10	5,20	38,90	11,79	1,2203
F	U	FU	4	44,30	3,40	40,90	7,67	1,2901

APÊNDICE 2. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Pesos dos pintos, do vitelo, peso corporal livre da gema (PCLG), peso relativo do vitelo (PRV) e transformação em arco-seno do PRV (ACOS(RAIZ PRV/100))

Sexo	Inc	Trat	Rep	Peso do pinto	Peso do vitelo	PCLG	PRV	ACOS (RAIZ PRV/100)
F	U	FU	5	44,00	4,60	39,40	10,45	1,2415
F	U	FU	5	44,20	5,40	38,80	12,22	1,2137
F	U	FU	5	44,40	4,40	40,00	9,91	1,2506
F	U	FU	5	42,50	4,10	38,40	9,65	1,2550
F	U	FU	5	43,10	3,90	39,20	9,05	1,2653
F	U	FU	6	46,90	5,00	41,90	10,66	1,2382
F	U	FU	6	44,30	3,80	40,50	8,58	1,2736
F	U	FU	6	44,50	4,40	40,10	9,89	1,2509
F	U	FU	6	45,10	4,80	40,30	10,64	1,2385
F	U	FU	6	44,30	3,60	40,70	8,13	1,2817
F	U	FU	7	43,20	3,90	39,30	9,03	1,2656
F	U	FU	7	46,30	3,60	42,70	7,78	1,2882
F	U	FU	7	45,50	4,90	40,60	10,77	1,2364
F	U	FU	7	44,80	3,30	41,50	7,37	1,2959
F	U	FU	7	44,60	6,30	38,30	14,13	1,1855
F	U	FU	8	43,10	4,90	38,20	11,37	1,2269
F	U	FU	8	44,00	3,80	40,20	8,64	1,2725
F	U	FU	8	44,80	5,30	39,50	11,83	1,2197
F	U	FU	8	43,30	4,60	38,70	10,62	1,2388
F	U	FU	8	43,90	5,50	38,40	12,53	1,2090

APÊNDICE 3. Dados brutos: Comprimento dos pintos ao nascimento

Sexo	Inc	Trat	Rep	Comprimento (cm)
M	M	MM	1	20.90
M	M	MM	2	20.70
M	M	MM	3	19.00
M	M	MM	4	19.40
M	M	MM	5	19.40
M	M	MM	6	19.70
M	M	MM	7	19.20
M	M	MM	8	19.90
M	M	MM	9	19.00
M	M	MM	10	19.20
M	M	MM	11	19.50
M	M	MM	12	19.10
M	M	MM	13	19.20
M	M	MM	14	19.30
M	M	MM	15	18.70
M	M	MM	16	19.20
M	M	MM	17	19.20
M	M	MM	18	19.60
M	M	MM	19	20.00
M	M	MM	20	19.30
M	M	MM	21	20.10
M	M	MM	22	19.50
M	M	MM	23	19.60
M	M	MM	24	20.00
M	M	MM	25	20.00
M	M	MM	26	19.60
M	M	MM	27	19.30
M	M	MM	28	19.50
M	M	MM	29	19.60
M	M	MM	30	19.50
M	M	MM	31	19.50
M	M	MM	32	19.60
M	M	MM	33	20.00
M	M	MM	34	19.60
M	M	MM	35	19.90
M	M	MM	36	19.40
M	M	MM	37	19.80
M	M	MM	38	19.40
M	M	MM	39	19.90
M	M	MM	40	19.20

APÊNDICE 3. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Comprimento dos pintos ao nascimento

Sexo	Inc	Trat	Rep	Comprimento (cm)
F	M	FM	1	19.80
F	M	FM	2	19.40
F	M	FM	3	19.80
F	M	FM	4	19.90
F	M	FM	5	20.10
F	M	FM	6	19.80
F	M	FM	7	19.70
F	M	FM	8	19.90
F	M	FM	9	20.20
F	M	FM	10	19.60
F	M	FM	11	19.80
F	M	FM	12	20.00
F	M	FM	13	19.80
F	M	FM	14	19.10
F	M	FM	15	20.20
F	M	FM	16	19.50
F	M	FM	17	20.30
F	M	FM	18	19.40
F	M	FM	19	19.60
F	M	FM	20	19.90
F	M	FM	21	20.00
F	M	FM	22	20.10
F	M	FM	23	20.20
F	M	FM	24	19.90
F	M	FM	25	19.90
F	M	FM	26	20.00
F	M	FM	27	20.10
F	M	FM	28	19.50
F	M	FM	29	20.60
F	M	FM	30	19.50
F	M	FM	31	20.50
F	M	FM	32	19.90
F	M	FM	33	20.20
F	M	FM	34	20.10
F	M	FM	35	19.70
F	M	FM	36	19.70
F	M	FM	37	20.00
F	M	FM	38	19.50
F	M	FM	39	20.60
F	M	FM	40	20.10

APÊNDICE 3. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Comprimento dos pintos ao nascimento

Sexo	Inc	Trat	Rep	Comprimento (cm)
M	U	MU	1	20.00
M	U	MU	2	19.30
M	U	MU	3	19.50
M	U	MU	4	19.80
M	U	MU	5	19.60
M	U	MU	6	20.00
M	U	MU	7	19.90
M	U	MU	8	19.80
M	U	MU	9	19.70
M	U	MU	10	19.80
M	U	MU	11	20.10
M	U	MU	12	20.00
M	U	MU	13	20.60
M	U	MU	14	20.50
M	U	MU	15	20.10
M	U	MU	16	20.50
M	U	MU	17	20.50
M	U	MU	18	20.20
M	U	MU	19	20.00
M	U	MU	20	20.30
M	U	MU	21	19.80
M	U	MU	22	20.20
M	U	MU	23	20.10
M	U	MU	24	20.00
M	U	MU	25	20.00
M	U	MU	26	20.10
M	U	MU	27	20.50
M	U	MU	28	20.30
M	U	MU	29	20.20
M	U	MU	30	20.20
M	U	MU	31	20.20
M	U	MU	32	20.10
M	U	MU	33	20.40
M	U	MU	34	20.20
M	U	MU	35	20.50
M	U	MU	36	19.70
M	U	MU	37	19.90
M	U	MU	38	19.70
M	U	MU	39	20.10
M	U	MU	40	20.00

APÊNDICE 3. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Comprimento dos pintos ao nascimento

Sexo	Inc	Trat	Rep	Comprimento (cm)
F	U	FU	1	19.60
F	U	FU	2	20.50
F	U	FU	3	20.10
F	U	FU	4	20.50
F	U	FU	5	20.20
F	U	FU	6	19.70
F	U	FU	7	20.30
F	U	FU	8	20.90
F	U	FU	9	19.80
F	U	FU	10	20.00
F	U	FU	11	20.30
F	U	FU	12	20.30
F	U	FU	13	20.50
F	U	FU	14	20.20
F	U	FU	15	20.20
F	U	FU	16	20.00
F	U	FU	17	20.10
F	U	FU	18	20.00
F	U	FU	19	20.00
F	U	FU	20	20.40
F	U	FU	21	19.70
F	U	FU	22	19.90
F	U	FU	23	19.80
F	U	FU	24	20.10
F	U	FU	25	20.20
F	U	FU	26	20.20
F	U	FU	27	20.20
F	U	FU	28	19.50
F	U	FU	29	20.00
F	U	FU	30	20.50
F	U	FU	31	20.10
F	U	FU	32	19.80
F	U	FU	33	20.00
F	U	FU	34	20.50
F	U	FU	35	19.40
F	U	FU	36	20.10
F	U	FU	37	20.30
F	U	FU	38	20.20
F	U	FU	39	19.70
F	U	FU	40	20.70

APÊNDICE 4. Dados brutos: Peso relativo do intestino (PRI)

Sexo	Inc	Trat	Rep	PRI
M	M	MM	1	4,58
M	M	MM	2	5,29
M	M	MM	3	4,66
M	M	MM	4	4,72
M	M	MM	5	5,68
M	M	MM	6	4,26
M	M	MM	7	4,61
M	M	MM	8	3,42
M	M	MM	9	5,43
M	M	MM	10	5,71
M	M	MM	11	4,04
M	M	MM	12	5,52
M	M	MM	13	4,36
M	M	MM	14	4,19
M	M	MM	15	5,48
M	M	MM	16	3,96
F	M	FM	1	4,58
F	M	FM	2	5,71
F	M	FM	3	7,07
F	M	FM	4	3,92
F	M	FM	5	5,36
F	M	FM	6	4,56
F	M	FM	7	4,42
F	M	FM	8	4,48
F	M	FM	9	4,23
F	M	FM	10	4,80
F	M	FM	11	5,80
F	M	FM	12	5,37
F	M	FM	13	5,23
F	M	FM	14	5,72
F	M	FM	15	5,77
F	M	FM	16	5,76

APÊNDICE 4. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Peso relativo do intestino (PRI)

Sexo	Inc	Trat	Rep	PRI
M	U	MU	1	4,41
M	U	MU	2	5,57
M	U	MU	3	5,04
M	U	MU	4	4,08
M	U	MU	5	5,42
M	U	MU	6	6,39
M	U	MU	7	4,65
M	U	MU	8	5,03
M	U	MU	9	6,34
M	U	MU	10	5,08
M	U	MU	11	4,68
M	U	MU	12	5,02
M	U	MU	13	4,63
M	U	MU	14	5,18
M	U	MU	15	4,55
M	U	MU	16	5,09
F	U	FU	1	5,77
F	U	FU	2	5,93
F	U	FU	3	5,79
F	U	FU	4	4,70
F	U	FU	5	4,93
F	U	FU	6	6,05
F	U	FU	7	4,08
F	U	FU	8	5,90
F	U	FU	9	4,77
F	U	FU	10	5,18
F	U	FU	11	6,40
F	U	FU	12	5,99
F	U	FU	13	5,79
F	U	FU	14	5,13
F	U	FU	15	5,57
F	U	FU	16	4,85

APÊNDICE 5. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	PM0	PM7	PM14	PM21	PM28	PM35	PM40
1	M	U	MU	1	43,33	200,42	539,09	1095,91	1770,00	2575,56	3186,67
2	M	M	MM	1	42,50	206,25	555,45	1150,45	1888,00	2676,00	3258,00
3	F	M	FM	1	42,92	192,92	500,91	977,73	1550,00	2186,00	2600,00
4	F	U	FU	1	43,33	198,75	495,00	973,33	1550,00	2175,00	2612,50
5	M	M	MM	2	43,33	207,92	557,50	1149,50	1857,78	2553,33	3037,50
6	F	U	FU	2	42,50	196,25	503,18	1011,82	1588,00	2190,00	2668,00
7	M	U	MU	2	43,33	212,27	536,50	1152,22	1872,50	2607,50	3180,00
8	F	M	FM	2	42,92	196,67	497,27	992,73	1558,00	2162,00	2598,00
9	F	M	FM	3	42,50	186,67	468,18	943,00	1497,78	2097,78	2506,67
10	M	U	MU	3	43,33	198,64	534,00	1098,00	1797,78	2555,56	3040,00
11	F	U	FU	3	42,50	201,67	518,18	1028,00	1635,56	2275,56	2742,22
12	M	M	MM	3	42,50	208,33	567,73	1193,50	1971,11	2777,78	3260,00
13	F	M	FM	4	42,50	195,83	505,00	1003,00	1517,78	2057,78	2463,31
14	F	U	FU	4	42,50	206,67	517,27	1003,18	1574,00	2180,00	2590,00

PM=peso médio

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	PM0	PM7	PM14	PM21	PM28	PM35	PM40
15	M	M	MM	4	42,92	202,08	525,45	1086,82	1774,00	2494,00	2966,00
16	M	U	MU	4	42,92	207,50	546,36	1155,45	1888,00	2642,00	3148,00
17	F	M	FM	5	43,33	187,50	477,50	939,50	1520,00	2122,22	2528,89
18	M	M	MM	5	42,92	202,92	536,82	1121,50	1822,22	2611,11	3137,78
19	F	U	FU	5	42,50	207,50	517,27	1022,27	1606,00	2311,11	2795,56
20	M	U	MU	5	43,33	204,58	539,55	1117,27	1862,22	2637,78	3237,78
21	M	M	MM	6	43,33	206,67	551,36	1118,50	1742,50	2460,00	2972,50
22	F	M	FM	6	42,50	187,08	470,91	960,45	1500,00	2076,00	2528,00
23	M	U	MU	6	43,33	207,08	530,91	1099,09	1814,00	2548,00	3088,00
24	F	U	FU	6	42,50	191,36	502,50	998,00	1564,44	2115,56	2580,00
25	M	U	MU	7	43,33	196,25	522,22	1083,33	1768,57	2554,29	3071,43
26	F	M	FM	7	43,33	196,67	504,55	1004,55	1578,00	2160,00	2548,00
27	F	U	FU	7	42,50	196,25	510,00	1011,82	1604,00	2242,00	2682,00
28	M	M	MM	7	43,33	205,00	545,00	1115,00	1797,14	2520,00	3043,57

PM=peso médio

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	GP0a7	GP8a14	GP15a21	GP22a28	GP29a35	GP36a40
1	M	U	MU	1	157,08	338,67	556,82	674,09	805,56	611,11
2	M	M	MM	1	163,75	349,20	595,00	737,55	788,00	582,00
3	F	M	FM	1	150,00	307,99	476,82	572,27	636,00	414,00
4	F	U	FU	1	155,42	296,25	477,83	576,67	625,00	437,50
5	M	M	MM	2	164,58	349,58	592,00	708,28	695,56	484,17
6	F	U	FU	2	153,75	306,93	508,64	576,18	602,00	478,00
7	M	U	MU	2	168,94	324,23	602,22	720,28	735,00	572,50
8	F	M	FM	2	153,75	300,61	495,45	565,27	604,00	436,00
9	F	M	FM	3	144,17	281,52	462,00	554,78	600,00	408,89
10	M	U	MU	3	155,30	335,36	564,00	699,78	757,78	484,44
11	F	U	FU	3	159,17	316,52	503,00	607,56	640,00	466,67
12	M	M	MM	3	165,83	359,39	618,00	777,61	806,67	482,22
13	F	M	FM	4	153,33	309,17	489,50	514,78	540,00	405,53
14	F	U	FU	4	164,17	310,61	485,91	570,82	606,00	410,00

GP=ganho de peso

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	GP0a7	GP8a14	GP15a21	GP22a28	GP29a35	GP36a40
15	M	M	MM	4	159,17	323,37	561,36	687,18	720,00	472,00
16	M	U	MU	4	164,58	338,86	609,09	732,55	754,00	506,00
17	F	M	FM	5	144,17	285,23	462,00	580,50	602,22	406,67
18	M	M	MM	5	160,00	333,90	584,68	700,72	788,89	526,67
19	F	U	FU	5	165,00	309,77	505,00	583,73	705,11	484,44
20	M	U	MU	5	161,25	334,96	577,73	723,72	775,56	600,00
21	M	M	MM	6	163,33	344,70	567,14	624,00	717,50	512,50
22	F	M	FM	6	144,58	283,83	489,55	539,55	576,00	452,00
23	M	U	MU	6	163,75	323,83	568,18	714,91	734,00	540,00
24	F	U	FU	6	148,86	311,14	495,50	566,44	551,11	464,44
25	M	U	MU	7	152,92	325,97	561,11	685,24	785,71	517,14
26	F	M	FM	7	153,33	307,88	500,00	573,45	582,00	388,00
27	F	U	FU	7	153,75	313,75	501,82	592,18	638,00	440,00
28	M	M	MM	7	161,67	340,00	570,00	682,14	722,86	523,57

GP=ganho de peso

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	CR0a7	CR8a14	CR15a21	CR22a28	CR29a35	CR36a40
1	M	U	MU	1	183,33	495,76	849,09	972,68	1334,41	1084,44
2	M	M	MM	1	170,00	496,67	813,64	1041,59	1351,50	1054,00
3	F	M	FM	1	165,42	494,52	713,18	806,72	1166,00	911,50
4	F	U	FU	1	169,17	435,18	661,28	780,42	1179,38	961,25
5	M	M	MM	2	177,50	508,39	820,00	1098,67	1356,67	1086,90
6	F	U	FU	2	164,58	459,92	705,91	807,36	1152,50	920,00
7	M	U	MU	2	181,72	507,74	811,11	1017,10	1341,88	1075,00
8	F	M	FM	2	167,50	423,36	705,45	817,19	1148,00	889,00
9	F	M	FM	3	160,00	406,79	658,00	764,85	1225,00	865,56
10	M	U	MU	3	174,72	487,37	776,00	954,42	1296,11	1012,78
11	F	U	FU	3	174,58	452,58	731,50	856,95	1210,56	1018,33
12	M	M	MM	3	179,58	500,46	858,50	1071,33	1443,33	1107,78
13	F	M	FM	4	165,83	429,26	677,50	723,46	1012,78	818,59
14	F	U	FU	4	175,42	436,40	673,18	780,75	1107,50	893,50

CR=consumo de ração

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	CR0a7	CR8a14	CR15a21	CR22a28	CR29a35	CR36a40
15	M	M	MM	4	177,50	474,21	760,45	914,42	1187,50	877,50
16	M	U	MU	4	175,42	499,15	810,91	1030,17	1293,00	1010,00
17	F	M	FM	5	176,67	430,52	674,50	791,29	1148,33	932,22
18	M	M	MM	5	168,33	470,06	786,78	960,29	1325,00	1023,89
19	F	U	FU	5	180,83	489,34	739,55	849,18	1235,40	1018,89
20	M	U	MU	5	175,00	487,04	789,09	1001,88	1305,00	1141,67
21	M	M	MM	6	170,42	465,36	821,01	911,42	1344,38	1073,75
22	F	M	FM	6	158,33	398,90	676,82	750,07	1034,00	860,50
23	M	U	MU	6	168,75	489,36	773,18	985,86	1298,50	925,00
24	F	U	FU	6	166,38	423,55	685,50	781,27	1118,33	975,56
25	M	U	MU	7	167,50	539,02	771,11	894,33	1262,86	1012,86
26	F	M	FM	7	167,92	436,24	708,18	828,03	1122,50	882,50
27	F	U	FU	7	165,00	446,29	701,36	836,33	1166,00	905,50
28	M	M	MM	7	169,58	475,62	781,82	968,78	1228,57	1100,37

CR=consumo de ração

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	CA0a7	CA8a14	CA1a14	CA15a21	CA1a21	CA22a28	CA1a28	CA29a35	CA1a35	CA36a40	CA1a40
1	M	U	MU	1	1,167	1,46	1,36	1,525	1,45	1,44	1,45	1,66	1,50	1,77	1,57
2	M	M	MM	1	1,038	1,42	1,29	1,367	1,33	1,41	1,36	1,72	1,46	1,81	1,53
3	F	M	FM	1	1,103	1,61	1,42	1,496	1,46	1,41	1,44	1,83	1,55	2,20	1,66
4	F	U	FU	1	1,088	1,47	1,32	1,384	1,35	1,35	1,35	1,89	1,49	2,20	1,63
5	M	M	MM	2	1,078	1,45	1,31	1,385	1,35	1,55	1,43	1,95	1,56	2,24	1,69
6	F	U	FU	2	1,070	1,50	1,34	1,388	1,37	1,40	1,38	1,91	1,52	1,92	1,60
7	M	U	MU	2	1,076	1,57	1,38	1,347	1,36	1,41	1,38	1,83	1,50	1,88	1,58
8	F	M	FM	2	1,089	1,41	1,29	1,424	1,36	1,45	1,39	1,90	1,53	2,04	1,62
9	F	M	FM	3	1,110	1,45	1,32	1,424	1,37	1,38	1,37	2,04	1,55	2,12	1,66
10	M	U	MU	3	1,125	1,45	1,34	1,376	1,36	1,36	1,36	1,71	1,46	2,09	1,57
11	F	U	FU	3	1,097	1,43	1,31	1,454	1,38	1,41	1,39	1,89	1,52	2,18	1,65
12	M	M	MM	3	1,083	1,39	1,29	1,389	1,34	1,38	1,35	1,79	1,47	2,30	1,61
13	F	M	FM	4	1,082	1,39	1,28	1,384	1,33	1,41	1,36	1,88	1,48	2,02	1,59
14	F	U	FU	4	1,069	1,40	1,28	1,385	1,33	1,37	1,35	1,83	1,47	2,18	1,60

CA=conversão alimentar

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	CA0a7	CA8a14	CA1a14	CA15a21	CA1a21	CA22a28	CA1a28	CA29a35	CA1a35	CA36a40	CA1a40
15	M	M	MM	4	1,115	1,47	1,34	1,355	1,35	1,33	1,34	1,65	1,43	1,86	1,50
16	M	U	MU	4	1,066	1,47	1,33	1,331	1,33	1,41	1,36	1,71	1,46	2,00	1,55
17	F	M	FM	5	1,225	1,51	1,40	1,460	1,43	1,36	1,40	1,91	1,54	2,29	1,67
18	M	M	MM	5	1,052	1,41	1,28	1,346	1,32	1,37	1,34	1,68	1,43	1,94	1,53
19	F	U	FU	5	1,096	1,58	1,39	1,464	1,43	1,45	1,44	1,75	1,52	2,10	1,64
20	M	U	MU	5	1,085	1,45	1,32	1,366	1,35	1,38	1,36	1,68	1,45	1,90	1,54
21	M	M	MM	6	1,043	1,35	1,24	1,448	1,35	1,46	1,39	1,87	1,51	2,10	1,63
22	F	M	FM	6	1,095	1,41	1,29	1,383	1,34	1,39	1,36	1,80	1,47	1,90	1,56
23	M	U	MU	6	1,031	1,51	1,33	1,361	1,35	1,38	1,36	1,77	1,47	1,71	1,52
24	F	U	FU	6	1,118	1,36	1,27	1,383	1,33	1,38	1,35	2,03	1,51	2,10	1,64
25	M	U	MU	7	1,095	1,65	1,44	1,374	1,41	1,31	1,37	1,61	1,43	1,96	1,53
26	F	M	FM	7	1,095	1,42	1,30	1,416	1,36	1,44	1,39	1,93	1,53	2,27	1,66
27	F	U	FU	7	1,073	1,42	1,30	1,398	1,35	1,41	1,37	1,83	1,50	2,06	1,60
28	M	M	MM	7	1,049	1,40	1,27	1,372	1,33	1,42	1,36	1,70	1,43	2,10	1,57

CA=conversão alimentar

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	GP8a21	CR8a21	CA8a21
1	M	U	MU	1	895,49	1344,85	1,502
2	M	M	MM	1	944,20	1310,30	1,388
3	F	M	FM	1	784,81	1207,70	1,539
4	F	U	FU	1	774,08	1096,46	1,416
5	M	M	MM	2	941,58	1328,39	1,411
6	F	U	FU	2	815,57	1165,82	1,429
7	M	U	MU	2	926,45	1318,85	1,424
8	F	M	FM	2	796,06	1128,82	1,418
9	F	M	FM	3	743,52	1064,79	1,432
10	M	U	MU	3	899,36	1263,37	1,405
11	F	U	FU	3	819,52	1184,08	1,445
12	M	M	MM	3	977,39	1358,96	1,390
13	F	M	FM	4	798,67	1106,76	1,386
14	F	U	FU	4	796,52	1109,58	1,393
15	M	M	MM	4	884,73	1234,67	1,396
16	M	U	MU	4	947,95	1310,06	1,382
17	F	M	FM	5	747,23	1105,02	1,479
18	M	M	MM	5	918,58	1256,84	1,368
19	F	U	FU	5	814,77	1228,89	1,508
20	M	U	MU	5	912,69	1276,13	1,398
21	M	M	MM	6	911,83	1286,37	1,411
22	F	M	FM	6	773,37	1075,72	1,391
23	M	U	MU	6	892,01	1262,54	1,415
24	F	U	FU	6	806,64	1109,05	1,375
25	M	U	MU	7	887,08	1310,13	1,477
26	F	M	FM	7	807,88	1144,42	1,417
27	F	U	FU	7	815,57	1147,65	1,407
28	M	M	MM	7	910,00	1257,43	1,382

GP=ganho de peso, CR=consumo de ração, CA= conversão alimentar

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	GP22a40	CR22a40	CA22a40
1	M	U	MU	1	2090,76	3391,53	1,62
2	M	M	MM	1	2107,55	3447,09	1,64
3	F	M	FM	1	1622,27	2884,22	1,78
4	F	U	FU	1	1639,17	2921,04	1,78
5	M	M	MM	2	1888,00	3542,24	1,88
6	F	U	FU	2	1656,18	2879,86	1,74
7	M	U	MU	2	2027,78	3433,97	1,69
8	F	M	FM	2	1605,27	2854,19	1,78
9	F	M	FM	3	1563,67	2855,40	1,83
10	M	U	MU	3	1942,00	3263,31	1,68
11	F	U	FU	3	1714,22	3085,84	1,80
12	M	M	MM	3	2066,50	3622,44	1,75
13	F	M	FM	4	1460,31	2521,24	1,75
14	F	U	FU	4	1586,82	2781,75	1,75
15	M	M	MM	4	1879,18	2979,42	1,59
16	M	U	MU	4	1992,55	3333,17	1,67
17	F	M	FM	5	1589,39	2871,84	1,81
18	M	M	MM	5	2016,28	3309,18	1,64
19	F	U	FU	5	1773,28	3103,46	1,75
20	M	U	MU	5	2099,28	3448,55	1,64
21	M	M	MM	6	1854,00	3329,55	1,80
22	F	M	FM	6	1567,55	2644,57	1,69
23	M	U	MU	6	1988,91	3209,36	1,61
24	F	U	FU	6	1582,00	2875,16	1,82
25	M	U	MU	7	1988,10	3170,05	1,59
26	F	M	FM	7	1543,45	2833,03	1,84
27	F	U	FU	7	1670,18	2907,83	1,74
28	M	M	MM	7	1928,57	3211,63	1,71

GP=ganho de peso, CR=consumo de ração, CA= conversão alimentar

APÊNDICE 5. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Desempenho dos frangos de corte

Box	Sexo	Inc	Trat	Rep	PM40	GP1a40	CR1a40	CA1a40	CAajus1a40
1	M	U	MU	1	3186,67	3143,33	4919,72	1,57	1,514
2	M	M	MM	1	3258,00	3215,50	4927,40	1,53	1,473
3	F	M	FM	1	2600,00	2557,08	4257,35	1,66	1,713
4	F	U	FU	1	2612,50	2568,67	4186,66	1,63	1,672
5	M	M	MM	2	3037,50	2994,17	5048,13	1,69	1,654
6	F	U	FU	2	2668,00	2625,50	4210,27	1,60	1,636
7	M	U	MU	2	3180,00	3123,17	4934,54	1,58	1,523
8	F	M	FM	2	2598,00	2555,08	4150,50	1,62	1,670
9	F	M	FM	3	2506,67	2451,35	4080,20	1,66	1,721
10	M	U	MU	3	3040,00	2996,67	4701,40	1,57	1,540
11	F	U	FU	3	2742,22	2692,90	4444,50	1,65	1,668
12	M	M	MM	3	3260,00	3209,73	5160,99	1,61	1,540
13	F	M	FM	4	2463,31	2412,31	3827,43	1,59	1,646
14	F	U	FU	4	2590,00	2547,50	4066,74	1,60	1,641
15	M	M	MM	4	2966,00	2923,08	4391,59	1,50	1,486
16	M	U	MU	4	3148,00	3105,08	4818,65	1,55	1,508
17	F	M	FM	5	2528,89	2480,78	4153,53	1,67	1,733
18	M	M	MM	5	3137,78	3094,86	4734,35	1,53	1,488
19	F	U	FU	5	2795,56	2753,06	4513,19	1,64	1,651
20	M	U	MU	5	3237,78	3173,22	4899,68	1,54	1,477
21	M	M	MM	6	2972,50	2929,17	4786,33	1,63	1,615
22	F	M	FM	6	2528,00	2485,50	3878,62	1,56	1,612
23	M	U	MU	6	3088,00	3044,67	4640,65	1,52	1,490
24	F	U	FU	6	2580,00	2537,50	4150,59	1,64	1,686
25	M	U	MU	7	3071,43	3028,10	4647,68	1,53	1,503
26	F	M	FM	7	2548,00	2504,67	4145,37	1,66	1,712
27	F	U	FU	7	2682,00	2639,50	4220,48	1,60	1,628
28	M	M	MM	7	3043,57	3000,24	4724,73	1,57	1,545

PM=peso médio, GP=ganho de peso, CR=consumo de ração, CA= conversão alimentar, CAajus1a40=conversão alimentar ajustada ao peso de 3.00 kg.

APÊNDICE 6. Dados brutos: Coeficientes de metabolismo da materia seca (CMMS)

Gaiola	Sexo	Inc	Trat	CMMS (%)
1	F	M	FM	72,3334
2	M	M	MM	72,5083
3	F	U	FU	73,1337
4	M	U	MU	67,9047
5	F	U	FU	71,9069
6	F	M	FM	72,5157
7	M	M	MM	67,7037
8	M	U	MU	71,1277
9	F	U	FU	71,5006
12	M	M	MM	75,6795
13	M	U	MU	68,2261
14	F	M	FM	72,6836
15	F	U	FU	71,9331
16	M	M	MM	72,5843
17	M	U	MU	70,3081
18	F	U	FU	71,6207
19	F	M	FM	73,2323
20	M	M	MM	70,3146
21	F	M	FM	71,8297
22	M	M	MM	73,2627
24	M	U	MU	69,9591
25	M	M	MM	71,9062
26	M	U	MU	75,0572
27	F	M	FM	73,6910
28	F	U	FU	73,0326

APÊNDICE 7. Dados brutos: Coeficientes de metabolismo da proteína bruta (CMPB)

Gaiola	Sexo	Inc	Trat	CMPB (%)
1	F	M	FM	68,79
2	M	M	MM	69,30
3	F	U	FU	70,85
4	M	U	MU	63,97
5	F	U	FU	69,83
6	F	M	FM	69,06
7	M	M	MM	65,17
8	M	U	MU	68,28
9	F	U	FU	67,78
12	M	M	MM	72,34
13	M	U	MU	63,84
14	F	M	FM	68,36
15	F	U	FU	67,37
16	M	M	MM	68,70
17	M	U	MU	65,00
18	F	U	FU	70,28
19	F	M	FM	71,33
20	M	M	MM	67,39
21	F	M	FM	67,43
22	M	M	MM	70,02
24	M	U	MU	62,79
25	M	M	MM	65,82
26	M	U	MU	72,77
27	F	M	FM	68,08
28	F	U	FU	68,05

APÊNDICE 8. Dados brutos: Coeficientes de metabolismo da energia (CMEn) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn)

Gaiola	Sexo	Inc	Trat	CMEn (%)	EMAn kcal/kg de MN
1	F	M	FM	77,18	2975,35
2	M	M	MM	77,67	2979,55
3	F	U	FU	78,49	3004,52
4	M	U	MU	74,07	2834,12
5	F	U	FU	76,87	2938,95
6	F	M	FM	77,53	2963,77
7	M	M	MM	73,39	2822,13
8	M	U	MU	75,48	2882,19
9	F	U	FU	76,17	2905,94
12	M	M	MM	79,35	3026,54
13	M	U	MU	73,30	2810,79
14	F	M	FM	77,99	2989,63
15	F	U	FU	76,27	2938,02
16	M	M	MM	76,46	2913,72
17	M	U	MU	76,21	2923,88
18	F	U	FU	77,47	2960,11
19	F	M	FM	77,95	2974,55
20	M	M	MM	74,97	2863,55
21	F	M	FM	76,62	2926,85
22	M	M	MM	76,98	2939,10
24	M	U	MU	72,91	2830,73
25	M	M	MM	76,38	2931,42
26	M	U	MU	78,43	2986,40
27	F	M	FM	78,23	2997,33
28	F	U	FU	76,81	2946,96

APÊNDICE 9. Dados brutos: Altura de vilo e profundidade da cripta de duodeno de pintos de corte de 0 dias de idade

Sexo	Inc	Trat	Rep	Altura de vilo (um)	Log Altura do vilo	Profundidade da cripta (um)	Log Prof da cripta
M	M	MM	1	340,6697	2,5323	53,4113	1,7276
M	M	MM	2	346,1341	2,5392	56,1276	1,7492
M	M	MM	3	258,7964	2,4130	51,0888	1,7083
M	M	MM	4	308,9472	2,4899	70,9190	1,8508
M	M	MM	5	389,4529	2,5905	51,0305	1,7078
M	M	MM	6	475,6178	2,6773	50,0602	1,6995
M	M	MM	7	511,2821	2,7087	47,5048	1,6767
M	M	MM	8	388,8028	2,5897	54,7027	1,7380
M	M	MM	9	567,4545	2,7539	44,7645	1,6509
M	M	MM	10	513,8099	2,7108	57,2674	1,7579
M	M	MM	11	336,6727	2,5272	52,9164	1,7236
M	M	MM	12	580,1877	2,7636	53,6491	1,7296
M	M	MM	13	326,7455	2,5142	54,8777	1,7394
M	M	MM	14	608,6819	2,7844	54,1049	1,7332
M	M	MM	15	362,1947	2,5589	45,6986	1,6599
M	M	MM	16	217,0274	2,3365	34,5780	1,5388
M	U	MU	1	442,2511	2,6457	55,5798	1,7449
M	U	MU	2	522,7466	2,7183	60,1518	1,7792
M	U	MU	3	501,1187	2,6999	79,6149	1,9010
M	U	MU	4	379,0348	2,5787	38,2679	1,5828
M	U	MU	5	520,6976	2,7166	59,3132	1,7732
M	U	MU	6	524,1360	2,7194	50,6200	1,7043
M	U	MU	7	578,3246	2,7622	54,5221	1,7366
M	U	MU	8	343,1074	2,5354	36,0560	1,5570
M	U	MU	9	487,5263	2,6880	53,8425	1,7311
M	U	MU	10	560,4413	2,7485	68,1781	1,8336
M	U	MU	11	406,7553	2,6093	46,2566	1,6652
M	U	MU	12	574,5378	2,7593	50,4796	1,7031
M	U	MU	13	237,7057	2,3760	53,1818	1,7258
M	U	MU	14	334,1465	2,5239	57,4031	1,7589
M	U	MU	15	328,0111	2,5159	44,5396	1,6487
M	U	MU	16	324,0411	2,5106	66,0282	1,8197

APÊNDICE 9. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Altura de vilo e profundidade da cripta de duodeno de pintos de corte de 0 dias de idade

Sexo	Inc	Trat	Rep	Altura de vilo (um)	Log Altura do vilo	Profundidade da cripta (um)	Log Prof da cripta
F	M	FM	1	530,4100	2,7246	61,7778	1,7908
F	M	FM	2	569,8296	2,7557	64,8133	1,8117
F	M	FM	3	310,9022	2,4926	59,3483	1,7734
F	M	FM	4	512,1529	2,7094	45,3842	1,6569
F	M	FM	5	453,3941	2,6565	38,7067	1,5878
F	M	FM	6	539,0648	2,7316	60,2465	1,7799
F	M	FM	7	518,7620	2,7150	52,6205	1,7212
F	M	FM	8	584,0550	2,7665	63,3311	1,8016
F	M	FM	9	578,9770	2,7627	51,6290	1,7129
F	M	FM	10	350,0952	2,5442	61,0737	1,7859
F	M	FM	11	578,1697	2,7621	58,2786	1,7655
F	M	FM	12	407,9497	2,6106	55,6568	1,7455
F	M	FM	13	378,2983	2,5778	39,9974	1,6020
F	M	FM	14	614,3615	2,7884	58,3327	1,7659
F	M	FM	15	468,4455	2,6707	72,3603	1,8595
F	M	FM	16	595,9157	2,7752	60,2437	1,7799
F	U	FU	1	522,0245	2,7177	47,5841	1,6775
F	U	FU	2	572,9238	2,7581	55,5224	1,7445
F	U	FU	3	638,5752	2,8052	56,8107	1,7544
F	U	FU	4	486,3880	2,6870	58,2314	1,7652
F	U	FU	5	333,8513	2,5236	50,2399	1,7010
F	U	FU	6	561,4738	2,7493	64,8055	1,8116
F	U	FU	7	423,1790	2,6265	54,4026	1,7356
F	U	FU	8	570,5430	2,7563	54,1552	1,7336
F	U	FU	9	507,8843	2,7058	51,9057	1,7152
F	U	FU	10	488,1988	2,6886	53,5483	1,7287
F	U	FU	11	703,4110	2,8472	55,2039	1,7420
F	U	FU	12	587,2082	2,7688	54,0952	1,7332
F	U	FU	13	508,2514	2,7061	61,9135	1,7918
F	U	FU	14	668,3722	2,8250	80,0006	1,9031
F	U	FU	15	465,0717	2,6675	53,1115	1,7252
F	U	FU	16	297,7479	2,4738	43,1536	1,6350

APÊNDICE 10. Dados brutos: Altura de vilo e profundidade da cripta de jejuno de pintos de corte de 0 dias de idade

Sexo	Inc	Trat	Rep	Altura de vilo (um)	Log Altura do vilo	Profundidade da cripta (um)	Log Prof da cripta
M	M	MM	1	448,4999	2,6518	54,3139	1,7349
M	M	MM	2	497,9527	2,6972	48,6850	1,6874
M	M	MM	3	425,8919	2,6293	47,8385	1,6798
M	M	MM	4	538,1939	2,7309	48,8306	1,6887
M	M	MM	5	521,5286	2,7173	50,1629	1,7004
M	M	MM	6	370,5418	2,5688	48,7771	1,6882
M	M	MM	7	339,3083	2,5306	54,2275	1,7342
M	M	MM	8	347,9886	2,5416	57,0825	1,7565
M	M	MM	9	342,3431	2,5345	36,5141	1,5625
M	M	MM	10	313,4268	2,4961	46,7131	1,6694
M	M	MM	11	593,3144	2,7733	52,3049	1,7185
M	M	MM	12	305,5686	2,4851	49,5566	1,6951
M	M	MM	13	485,7829	2,6864	51,2617	1,7098
M	M	MM	14	359,3052	2,5555	51,6623	1,7132
M	M	MM	15	471,7070	2,6737	46,0202	1,6629
M	M	MM	16	227,7676	2,3575	53,5688	1,7289
M	U	MU	1	264,5610	2,4225	49,8166	1,6974
M	U	MU	2	362,4393	2,5592	50,9769	1,7074
M	U	MU	3	317,1262	2,5012	54,8287	1,7390
M	U	MU	4	526,6142	2,7215	49,1265	1,6913
M	U	MU	5	338,9014	2,5301	78,1959	1,8932
M	U	MU	6	386,3528	2,5870	63,3664	1,8019
M	U	MU	7	359,6742	2,5559	52,2410	1,7180
M	U	MU	8	376,3218	2,5756	73,8779	1,8685
M	U	MU	9	368,8920	2,5669	50,4738	1,7031
M	U	MU	10	327,6992	2,5155	59,2170	1,7724
M	U	MU	11	352,1802	2,5468	64,7364	1,8111
M	U	MU	12	334,2271	2,5240	53,0933	1,7250
M	U	MU	13	532,6773	2,7265	49,3950	1,6937
M	U	MU	14	563,6390	2,7510	65,5957	1,8169
M	U	MU	15	572,8614	2,7580	60,4899	1,7817
M	U	MU	16	448,5058	2,6518	53,1223	1,7253

APÊNDICE 10. CONTINUAÇÃO. Dados brutos: Altura de vilo e profundidade da cripta de jejuno de pintos de corte de 0 dias de idade

Sexo	Inc	Trat	Rep	Altura de vilo (um)	Log Altura do vilo	Profundidade da cripta (um)	Log Prof da cripta
F	M	FM	1	391,1257	2,5923	67,4324	1,8289
F	M	FM	2	345,7117	2,5387	80,1267	1,9038
F	M	FM	3	351,5484	2,5460	44,7142	1,6504
F	M	FM	4	313,7575	2,4966	44,2267	1,6457
F	M	FM	5	469,8312	2,6719	45,5015	1,6580
F	M	FM	6	372,6503	2,5713	62,6353	1,7968
F	M	FM	7	367,0149	2,5647	44,5893	1,6492
F	M	FM	8	367,1918	2,5649	59,8198	1,7768
F	M	FM	9	550,2827	2,7406	78,9869	1,8976
F	M	FM	10	551,3085	2,7414	56,9658	1,7556
F	M	FM	11	358,3750	2,5543	51,7696	1,7141
F	M	FM	12	347,0444	2,5404	38,5962	1,5865
F	M	FM	13	378,4286	2,5780	75,6917	1,8790
F	M	FM	14	260,1897	2,4153	46,2040	1,6647
F	M	FM	15	280,6205	2,4481	68,7403	1,8372
F	M	FM	16	366,9029	2,5646	65,6925	1,8175
F	U	FU	1	423,1525	2,6265	40,8707	1,6114
F	U	FU	2	327,8918	2,5157	50,3265	1,7018
F	U	FU	3	291,7357	2,4650	68,1276	1,8333
F	U	FU	4	370,9384	2,5693	27,1728	1,4341
F	U	FU	5	549,6762	2,7401	55,9874	1,7481
F	U	FU	6	343,3182	2,5357	49,8018	1,6972
F	U	FU	7	568,8672	2,7550	49,9215	1,6983
F	U	FU	8	311,4105	2,4933	51,6734	1,7133
F	U	FU	9	307,3342	2,4876	59,6915	1,7759
F	U	FU	10	401,6058	2,6038	45,6326	1,6593
F	U	FU	11	356,8720	2,5525	65,3231	1,8151
F	U	FU	12	390,3732	2,5915	55,6452	1,7454
F	U	FU	13	337,6266	2,5284	57,3374	1,7584
F	U	FU	14	373,2364	2,5720	80,3510	1,9050
F	U	FU	15	332,9315	2,5224	59,8055	1,7767
F	U	FU	16	448,8263	2,6521	59,6053	1,7753

APÊNDICE 11. Dados brutos: Altura de vilo e profundidade da cripta de duodeno de pintos de corte de 7 dias de idade

Box	Rep	Sexo	Inc	Trat	Altura de vilo (um)	Profundidade da cripta (um)
1	1	M	U	UM	1430,1473	190,2552
2	1	M	M	MM	1403,8930	143,5991
3	1	F	M	FM	1237,5748	138,8173
4	1	F	U	FU	1460,3442	178,8421
5	2	M	M	MM	1432,8795	152,6574
6	2	F	U	FU	1293,7886	157,0703
7	2	M	U	UM	1115,7665	164,6256
8	3	F	M	FM	1268,6456	149,3762
9	3	M	U	UM	1378,6328	181,4872
10	3	F	U	FU	1543,5130	135,2923
11	3	M	M	MM	1200,2285	130,1993
12	4	F	M	FM	1451,5737	127,3367
13	4	F	U	FU	1305,5171	134,1799
14	4	M	M	MM	1286,0265	139,4562
15	4	M	U	UM	1408,7100	126,0642
16	5	F	M	FM	1315,0762	128,0645
17	5	M	M	MM	1615,5520	148,8175
18	5	F	U	FU	1290,4364	135,4794
19	5	M	U	UM	1309,9145	123,2633
20	6	M	M	MM	1261,2395	135,1527
21	6	F	M	FM	1088,8322	148,1001
22	6	M	U	UM	1222,1351	139,9812
23	6	F	U	FU	1222,3844	159,9830
24	7	M	U	UM	1245,6692	128,4938
25	7	F	M	FM	1384,3218	142,6030
26	7	F	U	FU	1599,6108	162,2103
27	7	M	M	MM	1489,0004	170,7180
28	2	F	M	FM	1282,7903	115,4502

APÊNDICE 12. Dados brutos: Altura de vilo e profundidade da cripta de jejuno de pintos de corte de 7 dias de idade

Box	Rep	Sexo	Inc	Trat	Altura de vilo (um)	Profundidade da cripta (um)
1	1	M	U	UM	826,3789	133,2393
2	1	M	M	MM	833,7482	122,9360
3	1	F	M	FM	721,2724	121,5720
4	1	F	U	FU	797,2578	120,5422
5	2	M	M	MM	923,2208	116,4656
6	2	F	U	FU	992,9588	163,3521
7	2	M	U	UM	484,0736	89,1544
8	2	F	M	FM	895,8374	109,2325
9	3	F	M	FM	624,0309	140,3643
10	3	M	U	UM	536,5583	135,3698
11	3	F	U	FU	761,9958	127,9748
12	3	M	M	MM	673,5017	123,1391
13	4	F	M	FM	870,4280	105,5462
14	4	F	U	FU	674,9487	140,0915
15	4	M	M	MM	684,8883	118,8466
16	4	M	U	UM	946,7006	127,0058
17	5	F	M	FM	668,3109	100,8131
18	5	M	M	MM	673,6244	117,6926
19	5	F	U	FU	653,5007	114,8716
20	5	M	U	UM	629,4888	70,5619
21	6	M	M	MM	879,0708	97,7972
22	6	F	M	FM	856,8315	120,7756
23	6	M	U	MU	871,6498	126,2253
24	6	F	U	FU	842,7830	119,5827
25	7	M	U	MU	689,5836	105,7818
26	7	F	M	FM	808,9524	158,9714
27	7	F	U	FU	774,0631	155,3055
28	7	M	M	MM	784,4507	86,9452

APÉNDICE 13: Normas utilizadas para redigir o Capítulo II à Revista Poultry Science

POULTRY SCIENCE INSTRUCTIONS TO AUTHORS⁵

Editorial Policies and Procedures

Poultry Science publishes the results of fundamental and applied research concerning poultry, poultry products, and avian species in general. Submitted manuscripts shall provide new facts or confirmatory data. Papers dealing with experimental design, teaching, extension endeavors, or those of historical or biographical interest may also be appropriate. A limited number of review papers will be considered for publication if they contribute significant additional knowledge, or synthesis of knowledge, to a subject area. Papers that have been, or are scheduled to be, published elsewhere will not be accepted. Publication of a preliminary report, such as an abstract, does not preclude consideration of a complete report for publication as long as it has not been published in full in a proceedings or similar scientific publication; appropriate identification of previously published preliminary reports should be provided in a title page footnote. Translation of an article into other languages for publication requires approval by the editor-in-chief. Opinions or views expressed in papers published by Poultry Science are those of the author(s) and do not necessarily represent the opinion of the Poultry Science Association or the editor-in-chief.

Contact Information for Journal Staff

For information on the scientific content of the journal, contact the editor-in-chief, Dr. Tom Porter, Department of Animal and Avian Sciences, University of Maryland, College Park, Building 142, College Park, MD 20742; e-mail: PS-Editor@umd.edu.

For assistance with Manuscript Central, manuscript submission and copyright forms, or page charge and offprint orders, contact Jennifer Gavel, editorial assistant, Headquarters Office, 2441 Village Green Place, Champaign, IL 61822 (FAX: 217-378-4083; jennig@assochoq.org).

For other information or to submit a paper, contact Susan Pollock, managing editor, Headquarters Office, Poultry Science Association, 1800 South Oak Street, Suite 100, Champaign, IL 61820 (telephone: 217-356-7641; FAX: 217-378-4083; journals@assochoq.org).

Care and Use of Animals

Authors must make it clear that experiments were conducted in a manner that avoided unnecessary discomfort to the animals by the use of proper management and laboratory techniques. Experiments shall be conducted in accordance with the principles and specific guidelines presented in Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching, 3rd edition, 2010 (Association Headquarters, Champaign, IL 61822); and, if applicable, Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (United States Department of Human Health and Services, National Institutes of Health, Publication Number ISBN 0-309-05377-3, 1996); or Guide to the Care and Use of Experimental Animals, 2nd ed. Volume 1, 1993 (Canadian Council on Animal Care). Methods of killing experimental animals must be described in the text. In describing surgical procedures, the type and dosage of the anesthetic agent must be specified. Intra-abdominal and intrathoracic invasive surgery requires anesthesia. This includes caponization. The editor-in-chief of Poultry Science may refuse to publish manuscripts that are not compatible with these guides. If rejected solely on that basis, however, the paper may be resubmitted for reconsideration when accompanied by a written

⁵ Updated November 2011

verification that a committee on animal care in research has approved the experimental design and procedures involved.

Types of Articles

Full-Length Articles. The majority of papers published in Poultry Science are full-length articles. The journal emphasizes the importance of good scientific writing and clarity in presentation of the concepts, apparatus, and sufficient background information that would be required for thorough understanding by scientists in other disciplines. One of the hallmarks for experimental

evidence is repeatability. The results of experiments published in Poultry Science must be replicated, either by replicating treatments within experiments or by repeating experiments. Care should be taken to ensure that experiments are adequately replicated.

Research Notes. Research Notes are short notes giving the results of complete experiments but are less comprehensive than full-length articles. Preliminary or progress reports will not be accepted. The running head shall be "RESEARCH NOTE." Authors must also indicate the section under which the manuscript is to be reviewed on the title page of the manuscript and on the Manuscript Submission and Copyright Release Form. Research Notes will be published as a subsection of the scientific section in which they were reviewed. Research Notes are limited to five printed pages including tables and figures. Manuscripts should be prepared according to the guidelines for full-length articles.

Symposium Papers. The symposium organizer or chair must present the proposal and tentative budget to the Board of Directors at the summer meeting one full year before the symposium is to be scheduled. The symposium chair must then develop detailed symposium plans, including a formal outline of the talks approved and full budgetary expectations, which must be brought to the Board of Directors at the January meeting prior to the meeting at which the symposium is scheduled.

The symposium chair must decide whether or not the symposium is to be published and will inform the editor-in-chief of this decision at the January meeting. If the decision is not to publish the symposium, the individual authors retain the right to submit their papers for consideration for the journal as ordinary manuscripts.

If publication is decided upon, all manuscript style and form guidelines of the journal shall be followed. Manuscripts must be prepared electronically, including figures and tables, and then uploaded onto the Poultry Science Manuscript Central site within 2 weeks after the annual meeting. The symposium chair will review the papers and, if necessary, return them to the authors for revision. The symposium chair then forwards the revised manuscript to the editor-in-chief for final review.

Final revisions by the author and recommendations for acceptance or rejection by the chair must be completed by December 31 of the year in which the symposium was presented. Manuscripts not meeting this deadline will not be included in the published symposium proceedings.

Symposium papers must be prepared in accordance with the guidelines for full-length articles and are subject to review. Offprints and costs of pages are the responsibility of the author.

Invited Papers. Invited papers, such as the World's Poultry Science Association lecture, should be submitted online; the editorial office will then make these papers available to the editor-in-chief. These papers are subject to review, and all manuscript style and form guidelines of the journal shall be followed. Invited papers are exempt from page charges but not offprint charges.

Review Papers. Review papers are accepted only if they provide new knowledge or a high-caliber synthesis of important knowledge. Reviews are not exempt from pages charges. All Poultry Science guidelines for style and form apply.

Invited Reviews. Invited Reviews will be approximately 10 published pages and in review format. The editor-in-chief will send invitations to the authors and then review these contributions when they are submitted. Nominations or suggestions for potential timely reviews are welcomed and should be sent directly to the editor-in-chief.

Contemporary Issues. Contemporary Issues in Poultry Science will address critical issues facing poultry scientists and the poultry industry. As such, submissions to this section should be of interest to any poultry scientist, to the industry, to instructors and faculty teaching contemporary issues classes, and to undergraduate and graduate students. The section will consist of short papers (approximately 2 published pages) written in essay format and will include an abstract, appropriate subhead subheadings, and references.

Rapid Communications. We aim for receipt-to-decision times of a month or less, and accepted papers will have priority for publication in the next available issue of Poultry Science. These papers will present informative and significant new findings, such as tissue-specific gene expression profile data with full-length cDNA and genomic gene structure characterization. These papers will be short (2 to 4 published pages), adhere to journal format, and include references and an abstract. Rapid Communications should not be preliminary reports or incomplete studies. Authors will select Rapid Communications as the paper type when submitting the paper.

Book Reviews. Poultry Science publishes reviews of books considered to be of interest to the readers. The editor-in-chief ordinarily solicits reviews. Unsolicited reviews must be sent directly to the editor-in-chief for approval. Book reviews shall be prepared in accordance to the style and form requirements of the journal, and they are subject to editorial revision. No page charges will be assessed.

Letters to the Editor. The purpose of letters will be to discuss, critique, or expand on scientific points made in articles recently published in Poultry Science. Introduction of unpublished data will not be allowed, nor will material based on conjecture or speculation. Letters must be received within 6 months of an article's publication. Letters will be limited to 400 words and 5 references (approximately 3 double-spaced, typed pages including references). Letters shall have a title. Author name(s) and affiliation(s) shall be placed between the end of the text and list of references. Letters will be sent electronically directly to the editor-in-chief for consideration. The author(s) of the original paper(s) will be provided a copy of the letter and offered the opportunity to submit for consideration a reply within 30 days. Replies will have the same page restrictions and format as letters, and the titles shall end with "—Reply." Letters and replies will be published together. Acceptability of letters will be decided by the editor-in-chief. Letters and replies shall follow appropriate Poultry Science format and may be edited by the editor-in-chief and a technical editor. If multiple letters on the same topic are received, a representative letter concerning a specific article will be published. All letters may not be published. Letters and replies will be published as space permits.

SUBMISSION OF ELECTRONIC MANUSCRIPTS

Authors should submit their papers electronically (<http://mc.manuscriptcentral.com/ps>). Detailed instructions for submitting electronically are provided online at that site. Authors who are unable to submit electronically should contact the editorial office (jeremyh@assoqh.org) for assistance.

Copyright Agreement

Authors shall complete the Manuscript Submission and Copyright Release form for each new manuscript submission; faxed copies are acceptable. The form is published in Poultry Science as space permits and is available online (<http://ps.fass.org>). The copyright agreement is included in the Manuscript Submission and Copyright Release Form and must be completed by all authors before publication can proceed. The corresponding author is responsible for obtaining the signatures of coauthors. Persons unable to sign copyright agreements, such as federal employees, must indicate the reason for exemption on the form.

The Poultry Science Association grants to the author the right of republication in any book of which he or she is the author or editor, subject only to giving proper credit to the original journal publication of the article by the Association.

The Poultry Science Association, Inc. retains the copyright to all materials accepted for publication in the journal. Please address requests for permission to reproduce published material to the editor-in-chief. All tables must be original material. If an author wishes to present data previously published in tabular form, copyright permission to reproduce the table must be obtained by the author and forwarded to the PSA editorial office, even when the format of the table submitted with the manuscript is different than the table already published. If an author desires to reprint a figure published elsewhere, copyright permission to use the figure must be obtained by the author and forwarded to the PSA editorial office.

REVIEW OF MANUSCRIPTS

After a manuscript is submitted electronically, the editorial office checks the manuscript. If a manuscript does not conform to the format for Poultry Science, it will be returned to the author (rejected) without review. Manuscripts that pass initial screening will be forwarded to the appropriate section editor, who pre-reviews the manuscript and may suggest rejection at this early stage for fatal design flaw, inappropriate replications, lack of novelty, deviation from the Instructions for Authors, or other major concerns. The section editor assigns two reviewers, at least one of whom is an associate editor. Each reviewer has 3 weeks to review the manuscript, after which his or her comments are forwarded to the section editor. The section editor may recommend rejection or acceptance at this point, after which the manuscript and reviewer comments are made available to the editor-in-chief for a final decision. More commonly, the manuscript will be sent back to the corresponding author for revision according to the guidelines of the reviewers. Authors have 6 weeks to complete the revision, which shall be returned to the section editor. Failure to return the manuscript within 6 weeks will cause the paper to be purged from the files.

Purged manuscripts may be reconsidered, but they will have to be processed as new manuscripts. Section editors handle all initial correspondence with authors during the review process. The editor-in-chief will notify the author of the final decision to accept or reject. Rejected manuscripts can be resubmitted only with an invitation from the section editor or editor-in-chief. Revised versions of previously rejected manuscripts are treated as new submissions. Therefore, authors must complete a new Manuscript Submission and Copyright Release Form.

PRODUCTION OF PROOFS

Accepted manuscripts are forwarded by the editor-in-chief to the editorial office for technical editing and typesetting. At this point the technical editor may contact the authors for missing information or figure revisions. The manuscript is then typeset, figures reproduced, and author proofs prepared.

Proofs

Author proofs of all manuscripts will be provided to the corresponding author. Author proofs should be read carefully and checked against the typed manuscript, because the responsibility for proofreading is with the author(s). Corrections may be returned by fax, mail, or e-mail. For faxed or mailed corrections, changes to the proof should be made neatly and clearly in the margins of the proof. If extensive editing is required, corrections should be provided on a separate sheet of paper with a symbol indicating location on the proof. Changes sent by e-mail to the technical editor must indicate page, column, and line numbers for each correction to be made on the proof. Corrections can also be marked using the note and highlight tools to indicate necessary changes. Author alterations to copy exceeding 10% of the cost of composition will be charged to the author. Editor queries should be answered on the galley proofs; failure to do so may delay publication. Proof corrections should be made and returned to the technical editor within 48 hours of receipt.

Publication Charges and Offprints

Poultry Science has two options available for the publication of articles: conventional page charges and Open Access (OA).

OA. For authors who wish to publish their papers OA (available to everyone when the issue is posted online), authors will pay the OA fee when proofs are returned to the editorial office. Charges for OA are \$2,400 if at least one author is a current professional member of PSA; the charge is \$3,100 when no author is a professional member of PSA.

Conventional Page Charges. The current charge for publication is \$100 per printed page (or fraction thereof) in the journal if at least one author is a professional member of PSA. If no author is a member of PSA, the publication charge is \$170 per journal page.

Offprints and Color Charges. Offprints may be ordered at an additional charge. Authors who submit articles containing color illustrations are responsible for paying the additional charge for color printing, including the printing of any reprints they order, and must agree in writing prior to publication to pay the additional charges.

When the galley proof is sent, the author is asked to complete an offprint order requesting the number of offprints desired and the name of the institution, agency, or individual responsible for publication charges.

MANUSCRIPT PREPARATION: STYLE AND FORM

General

Papers must be written in English. The text and all supporting materials must use American spelling and usage as given in *The American Heritage Dictionary*, *Webster's Third International Dictionary*, or the *Oxford American English Dictionary*. Authors should follow the style and form recommended in *Scientific Style and Format*. The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers. 6th ed. Council of Biology Editors Style Manual Committee. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. Authors should prepare their manuscripts with Microsoft Word and upload them using the fewest files possible to facilitate the review and editing process.

Authors whose primary language is not English are strongly encouraged to use an English-language service to facilitate the preparation of their manuscript. A partial list of services can be found in the *Poultry Science* Manuscript checklist.

Preparing the Manuscript File

Manuscripts should be typed double-spaced, with lines and pages numbered consecutively, using Times New Roman font at 12 points. All special characters (e.g., Greek, math, symbols) should be inserted using the symbols palette available in this font. Complex math should be entered using MathType from Design Science (<http://www.dessci.com>). Equations created using the new Equation Builder feature in Microsoft Word 2007 may not be compatible with earlier versions of Word or other software used in our journal composition system. Tables and figures should be placed in separate sections at the end of the manuscript (not placed in the text). Failure to follow these instructions may result in an immediate rejection of the manuscript.

Headings

Major Headings. Major headings are centered (except ABSTRACT), all capitals, boldface, and consist of ABSTRACT, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION (or RESULTS AND DISCUSSION), ACKNOWLEDGMENTS (optional), APPENDIX (optional), and REFERENCES.

First Subheadings. First subheadings are placed on a separate line, begin at the left margin, the first letter of all important words is capitalized, and the headings are boldface and italic. Text that follows a first subheading should be in a new paragraph.

Second Subheadings. Second subheadings begin the first line of a paragraph. They are indented, boldface, italic, and followed by a period. The first letter of each important word should be capitalized. The text follows immediately after the final period of the subheading.

Title Page

The title page shall begin with a running head (short title) of not more than 45 characters. The running head is centered, is in all capital letters, and shall appear on the top of the title page. No abbreviations should be used.

The title of the paper must be in boldface; the first letter of the article title and proper names are capitalized, and the remainder of the title is lowercase. The title must have no abbreviations, and numbers must be given in words rather than in numerals (e.g., One-Day-Old Broilers).

Under the title, names of authors should be typed with initial capital letters and a space between initials (e.g., T. E. Smith). Affiliations will be footnoted using the following symbols: *, †, ‡, §, #, ||, and be placed below the author names. Do not give authors' titles, positions, or degrees. Numbered footnotes may be used to provide supplementary information, such as present address, acknowledgment of grants, and experiment station or journal series number. The corresponding author should be indicated with a numbered footnote (e.g., ¹Corresponding author: myname@university.edu). Note that there is no period after the corresponding author's e-mail address. The title page shall include the name and full address of the corresponding author. Telephone and FAX numbers and e-mail address must also be provided. The title page must indicate the appropriate scientific section for the paper (i.e., Education and Production; Environment, Well-Being, and Behavior; Genetics; Immunology, Health, and Disease; Metabolism and Nutrition; Molecular, Cellular, and Developmental Biology; Physiology, Endocrinology, and Reproduction; or Processing, Products, and Food Safety).

Authors may create a full title page as a one-page document, in a file separate from the rest of the paper. This file can be uploaded and marked "not for review." Authors who choose to upload manuscripts with a full title Page at the beginning will have their papers forwarded to reviewers as is.

Abbreviations

Author-derived abbreviations should be defined at first use in the abstract and again in the body of the manuscript. The abbreviation will be shown in bold type at first use in the body of the manuscript. Refer to the Miscellaneous Usage Notes for more information on abbreviations.

Abstract

The Abstract disseminates scientific information through abstracting journals and through convenience for the readers. The Abstract, consisting of not more than 325 words, appears at the beginning of the manuscript with the word ABSTRACT without a following period. It must summarize the major objectives, methods, results, conclusions, and practical applications of the research. The Abstract must consist of complete sentences and use of abbreviations should be limited. References to other work and footnotes are not permitted. The Abstract and Key Words must be on a separate sheet of paper.

Key Words

The Abstract shall be followed by a maximum of Five key words or phrases to be used for subject indexing. These should include important words from the title and the running head and should be singular, not plural, terms (e.g., broiler, not broilers). Authors should consult a current "Subject Index " in Poultry Science for additional key words. Key words should be formatted as follows: Key words: . . .

Introduction

The Introduction, while brief, should provide the reader with information necessary for understanding research presented in the paper. Previous work on the topic should be summarized, and the objectives of the current research must be clearly stated.

Materials and Methods

All sources of products, equipment, and chemicals used in the experiments must be specified parenthetically at first mention in text, tables, and figures [i.e., (model 123, ABC Corp., Provo, UT)]. Model and catalog numbers should be included. Information shall include the full corporate name (including division, branch, or other subordinate part of the corporation, if applicable), city, and state (country if outside the United States), or Web address. Street addresses need not be given unless the reader would not be able to determine the full address for mailing purposes easily by consulting standard references. Age, sex, breed, and strain or genetic stock of animals used in the experiments shall be specified. Animal care guidelines should be referenced if appropriate.

Papers must contain analyzed values for those dietary ingredients that are crucial to the experiment. Papers dealing with the effects of feed additives or graded levels of a specific nutrient must give analyzed values for the relevant additive or nutrient in the diet(s). If products were used that contain different potentially active compounds, then analyzed values for these compounds must be given for the diet(s). Exceptions can only be made if appropriate methods are not available. In other papers, authors should state whether experimental diets meet or exceed the National Research Council (1994) requirements as appropriate. If not, crude protein and metabolizable energy levels should be stated. For layer diets, calcium and phosphorus contents should also be specified. When describing the composition of diets and vitamin premixes, the concentration of vitamins A and E should be expressed as IU/kg on the basis of the following equivalents:

Vitamin A

- 1 IU = 0.3 µg of all-trans retinol
- 1 IU = 0.344 µg of retinyl acetate
- 1 IU = 0.552 µg of retinyl palmitate
- 1 IU = 0.60 µg of β-carotene

Vitamin E

- 1 IU = 1 mg of dl-α-tocopheryl acetate
- 1 IU = 0.91 mg of dl-α-tocopherol
- 1 IU = 0.67 mg of dl-α-tocopherol

In the instance of vitamin D3, cholecalciferol is the acceptable term on the basis that 1 IU of vitamin D3 = 0.025 µg of cholecalciferol.

The sources of vitamins A and E must be specified in parentheses immediately following the stated concentrations.

Statistical Analysis. Biology should be emphasized, but the use of incorrect or inadequate statistical methods to analyze and interpret biological data is not acceptable.

Consultation with a statistician is recommended. Statistical methods commonly used in the animal sciences need not be described in detail, but adequate references should be provided. The statistical model, classes, blocks, and experimental unit must be designated. Any restrictions used in estimating parameters should be defined. Reference to a statistical package without reporting the sources of variation (classes) and other salient features of the analysis, such as covariance or orthogonal contrasts, is not sufficient. A statement of the results of statistical analysis should justify the interpretations and conclusions.

When possible, results of similar experiments should be pooled statistically. Do not report a number of similar experiments separately.

The experimental unit is the smallest unit to which an individual treatment is imposed. For group-fed animals, the group of animals in the pen is the experimental unit; therefore, groups must be replicated. Repeated chemical analyses of the same sample usually do not constitute independent experimental units. Measurements on the same experimental unit over time also are not independent and must not be considered as independent experimental units. For analysis of time effects, use time sequence analysis.

Usual assumptions are that errors in the statistical models are normally and independently distributed with constant variance. Most standard methods are robust to deviations from these assumptions, but occasionally data transformations or other techniques are helpful. For example, it is recommended that percentage data between 0 and 20 and between 80 and 100 be subjected to arc sin transformation prior to analysis. Most statistical procedures are based on the assumption that experimental units have been assigned to treatments at random. If animals are stratified by ancestry or weight or if some other initial measurement should be accounted for, the model should include a blocking factor, or the initial measurement should be included as a covariate. A parameter [mean (μ), variance (σ^2)], which defines or describes a population, is estimated by a statistic (\bar{x} , s^2).

The term parameter is not appropriate to describe a variable, observation, trait, characteristic, or measurement taken in an experiment.

Standard designs are adequately described by name and size (e.g., "a randomized complete block design with 6 treatments in 5 blocks"). For a factorial set of treatments, an adequate description might be as follows: "Total sulfur amino acids at 0.70 or 0.80% of the diet and Lys at 1.10, 1.20, or 1.30% of the diet were used in a 2×3 factorial arrangement in 5 randomized complete blocks consisting of initial BW." Note that a factorial arrangement is not a design; the term "design" refers to the method of grouping experimental units into homogeneous groups or blocks (i.e., the way in which the randomization is restricted).

Standard deviation refers to the variability in a sample or a population. The standard error (calculated from error variance) is the estimated sampling error of a statistic such as the sample mean. When a standard deviation or standard error is given, the number of degrees of freedom on which it rests should be specified. When any statistical value (as mean or difference of 2 means) is mentioned, its standard error or confidence limit should be given. The fact that differences are not "statistically significant" is no reason for omitting standard errors. They are of value when results from several experiments are combined in the future. They also are useful to the reader as measures of efficiency of experimental techniques. A value attached by " \pm " to a number implies that the second value is its standard error (not its standard deviation). Adequate reporting may require only 1) the number of observations, 2) arithmetic treatment means, and 3) an estimate of experimental error. The pooled standard error of the mean is the preferred estimate of experimental error. Standard errors need not be presented separately for each mean unless the means are based on different numbers of observations or the heterogeneity of the error variance is to be emphasized. Presenting individual standard errors clutters the presentation and can mislead readers.

For more complex experiments, tables of subclass means and tables of analyses of variance or covariance may be included. When the analysis of variance contains several error terms, such as in split-plot and repeated measures designs, the text should indicate clearly which mean square was used for the denominator of each F statistic. Unbalanced factorial data can present special problems.

Accordingly, it is well to state how the computing was done and how the parameters were estimated. Approximations should be accompanied by cautions concerning possible biases.

Contrasts (preferably orthogonal) are used to answer specific questions for which the experiment was designed; they should form the basis for comparing treatment means. Nonorthogonal contrasts may be evaluated by Bonferroni t statistics. The exact contrasts tested should be described for the reader. Multiple-range tests are not appropriate when treatments are orthogonally arranged. Fixed-range, pairwise, multiple-comparison tests should be used only to compare means of treatments that are unstructured or not related. Least squares means are the correct means to use for all data, but arithmetic means are identical to least squares means unless the design is unbalanced or contains missing values or an adjustment is being made for a covariate. In factorial treatment arrangements, means for main effects should be presented when important interactions are not present. However, means for individual treatment combinations also should be provided in table or text so that future researchers may combine data from several experiments to detect important interactions. An interaction may not be detected in a given experiment because of a limitation in the number of observations.

The terms significant and highly significant traditionally have been reserved for $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively; however, reporting the P-value is preferred to the use of these terms. For example, use ". . . there was a difference ($P < 0.05$) between control and treated samples" rather than ". . . there was a significant ($P < 0.05$) difference between control and treated

samples.” When available, the observed significance level (e.g., $P = 0.027$) should be presented rather than merely $P < 0.05$ or $P < 0.01$, thereby allowing the reader to decide what to reject. Other probability (α) levels may be discussed if properly qualified so that the reader is not misled. Do not report P-values to more than 3 places after the decimal.

Regardless of the probability level used, failure to reject a hypothesis should be based on the relative consequences of type I and II errors. A “nonsignificant” relationship should not be interpreted to suggest the absence of a relationship. An inadequate number of experimental units or insufficient control of variation limits the power to detect relationships. Avoid the ambiguous use of $P > 0.05$ to declare nonsignificance, such as indicating that a difference is not significant at $P > 0.05$ and subsequently declaring another difference significant (or a tendency) at $P < 0.09$. In addition, readers may incorrectly interpret the use of $P > 0.05$ as the probability of a β error, not a α error.

Present only meaningful digits. A practical rule is to round values so that the change caused by rounding is less than one-tenth of the standard error. Such rounding increases the variance of the reported value by less than 1%, so that less than 1% of the relevant information contained in the data is sacrificed. Significant digits in data reported should be restricted to 3 beyond the decimal point, unless warranted by the use of specific methods.

Results and Discussion

Results and Discussion sections may be combined, or they may appear in separate sections. If separate, the Results section shall contain only the results and summary of the author’s experiments; there should be no literature comparisons. Those comparisons should appear in the Discussion section. Manuscripts reporting sequence data must have GenBank accession numbers prior to submitting. One of the hallmarks for experimental evidence is repeatability. Care should be taken to ensure that experiments are adequately replicated. The results of experiments must be replicated, either by replicating treatments within experiments or by repeating experiments.

Acknowledgments

An Acknowledgments section, if desired, shall follow the Discussion section. Acknowledgments of individuals should include affiliations but not titles, such as Dr., Mr., or Ms. Affiliations shall include institution, city, and state.

Appendix

A technical Appendix, if desired, shall follow the Discussion section or acknowledgments, if present. The Appendix may contain supplementary material, explanations, and elaborations that are not essential to other major sections but are helpful to the reader. Novel computer programs or mathematical computations would be appropriate. The Appendix will not be a repository for raw data.

References

Citations in Text. In the body of the manuscript, refer to authors as follows: Smith and Jones (1992) or Smith and Jones (1990, 1992). If the sentence structure requires that the authors’ names be included in parentheses, the proper format is (Smith and Jones, 1982; Jones, 1988a,b; Jones et al., 1993). Where there are more than two authors of one article, the first author’s name is followed by the abbreviation et al. More than one article listed in the same sentence of text must be in chronological order first, and alphabetical order for two publications in the same year. Work that has not been accepted for publication shall be listed in the text as: “J. E. Jones (institution, city, and state, personal communication).” The author’s own unpublished work should be listed in the text as “(J. Smith, unpublished data).” Personal communications and unpublished data must not be included in the References section.

References Section. To be listed in the References section, papers must be published or accepted for publication. Manuscripts submitted for publication can be cited as “personal communication” or “unpublished data” in the text.

Citation of abstracts, conference proceedings, and other works that have not been peer reviewed is strongly discouraged unless essential to the paper. Abstract and proceedings references are not appropriate citations in the Materials and Methods section of a paper.

In the References section, references shall first be listed alphabetically by author(s) last name(s), and then chronologically. The year of publication follows the authors’ names. As with text citations, two or more publications by the same author or set of authors in the same year shall be differentiated by adding lowercase letters after the date. The dates for papers with the same first author that would be abbreviated in the text as et al., even though the second and subsequent authors differ, shall also be differentiated by letters. All authors’ names must appear in the Reference section. Journals shall be abbreviated according to the conventional ISO abbreviations given in journals database of the National Library of Medicine (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=journals>). One-word titles must be spelled out. Inclusive page numbers must be provided. Sample references are given below. Consult recent issues of Poultry Science for examples not included below.

Article:

Bagley, L. G., and V. L. Christensen. 1991. Hatchability and physiology of turkey embryos incubated at sea level with increased eggshell permeability. *Poult. Sci.* 70:1412–1418.

Bagley, L. G., V. L. Christensen, and R. P. Gildersleeve. 1990. Hematological indices of turkey embryos incubated at high altitude as affected by oxygen and shell permeability. *Poult. Sci.* 69:2035–2039.

Witter, R. L., and I. M. Gimeno. 2006. Susceptibility of adult chickens, with and without prior vaccination, to challenge with Marek’s disease virus. *Avian Dis.* 50:354–365. doi:10.1637/7498-010306R.1

Book:

Metcalfe, J., M. K. Stock, and R. L. Ingermann. 1984. The effects of oxygen on growth and development of the chick embryo. Pages 205-219 in *Respiration and Metabolism of Embryonic Vertebrates*. R. S. Seymour, ed. Dr. W. Junk, Dordrecht, the Netherlands.

National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC. Federal Register: Department of Agriculture, Plant and Animal Health Inspection Service. 2004. Blood and tissue collection at slaughtering and rendering establishments, final rule. 9CFR part 71. *Fed. Regist.* 69:10137–10151.

Other:

Choct, M., and R. J. Hughes. 1996. Long-chain hydrocarbons as a marker for digestibility studies in poultry. *Proc. Aust. Poult. Sci. Symp.* 8:186. (Abstr.)

Dyro, F. M. 2005. Arsenic. WebMD. <http://www.emedicine.com/neuro/topic20.htm>. Accessed Feb. 2006. El Halawani, M. E., and I. Rosenboim. 2004. Method to enhance reproductive performance in poultry. Univ. Minnesota, assignee. US Pat. No. 6,766,767.

Hruby, M., J. C. Remus, and E. E. M. Pierson. 2004. Nutritional strategies to meet the challenge of feeding poultry without antibiotic growth promotants. *Proc. 2nd Mid-Atlantic Nutr. Conf.*, Timonium, MD. Univ. Maryland, College Park.

Luzuriaga, D. A. 1999. Application of computer vision and electronic nose technologies for quality assessment of color and odor of shrimp and salmon. PhD Diss. Univ. Florida, Gainesville.

Peak, S. D., and J. Brake. 2000. The influence of feeding program on broiler breeder male mortality. *Poult. Sci.* 79(Suppl. 1):2. (Abstr.)

Tables

Tables must be created using the MS Word table feature and inserted in the manuscript after the references section. When possible, tables should be organized to fit across the page without running broadside. Be aware of the dimensions of the printed page when planning tables (use of more than 15 columns will create layout problems). Place the table number and title on the same line above the table. The table title does not require a period. Do not use vertical lines and use few horizontal lines. Use of bold and italic typefaces in the table body should be done sparingly; such use must be defined in a footnote.

Each table must be on a separate page. To facilitate placement of all tables into the manuscript file (just after the references) authors should use “section breaks” rather than “page breaks” at the end of the manuscript (before the tables) and between tables.

Units of measure for each variable must be indicated. Papers with several tables must use consistent format. All columns must have appropriate headings.

Abbreviations not found on the inside front cover of the journal must be defined in each table and must match those used in the text. Footnotes to tables should be marked by superscript numbers. Each footnote should begin a new line.

Superscript letters shall be used for the separation of means in the body of the table and explanatory footnotes must be provided [i.e., “Means within a row lacking a common superscript differ ($P < 0.05$).”]; other significant P-values may be specified. Comparison of means within rows and columns should be indicated by different series of superscripts (e.g., a,b, . . . in rows; x–z . . . in columns).

The first alphabetical letter in the series (e.g., a or A) shall be used to indicate the largest mean. Lowercase superscripts indicate $P \leq 0.05$. Uppercase letters indicate $P \leq 0.01$ or less. Probability values may be indicated as follows: * $P \leq .05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$, and † $P \leq 0.10$. Consult a recent issue of Poultry Science for examples of tables.

Figures

To facilitate review, figures should be placed at the end of the manuscript (separated by section breaks). Each figure should be placed on a separate page, and identified by the manuscript number and the figure number. A figure with multiple panels or parts should appear on one page (e.g., if Figure 1 has parts a, b, and c, place all of these on the same page). Figure captions should be typed (double spaced) on a separate page.

- **Figure Size.** Prepare figures at final size for publication. Figures should be prepared to fit one column (8.9 cm wide), 2 columns (14 cm wide), or full-page width (19 cm wide).
- **Font Size.** Ensure that all type within the figure and axis labels are readable at final publication size. A minimum type size of 8 points (after reduction) should be used.
- **Fonts.** Use Helvetica or Times New Roman. Symbols may be inserted using the Symbol palette in Times New Roman.
- **Line Weight.** For line graphs, use a minimum stroke weight of 1 point for all lines. If multiple lines are to be distinguished, use solid, long-dash, short-dash, and dotted lines. Avoid the use of color, gray, or shaded lines, as these will not reproduce well. Lines with different symbols for the data points may also be used to distinguish curves.
- **Axis Labels.** Each axis should have a description and a unit. Units may be separated from the descriptor by a comma or parentheses, and should be consistent within a manuscript.
- **Shading and Fill Patterns.** For bar charts, use different fill patterns if needed (e.g., black, white, gray, diagonal stripes). Avoid the use of multiple shades of gray, as they will not be easily distinguishable in print.
- **Symbols.** Identify curves and data points using the following symbols only: □, ■, ○, ●, ▲, ▼, n, ,, e, r, +, or x. Symbols should be defined in a key on the figure if possible.
- **File Formats.** Figures can be submitted in Word, PDF, EPS, TIFF, and JPEG. Avoid PowerPoint files and other formats. For the best printed quality, line art should be prepared at 600 ppi. Grayscale and color images and photomicrographs should be at least 300 ppi.

- **Grayscale Figures.** If figures are to be reproduced in grayscale (black and white), submit in grayscale. Often color will mask contrast problems that are apparent only when the figure is reproduced in grayscale.
- **Color Figures.** If figures are to appear in color in the print journal, files must be submitted in CMYK color (not RGB).
- **Photomicrographs.** Photomicrographs must have their unmagnified size designated, either in the caption or with a scale bar on the figure. Reduction for publication can make a magnification power designation (e.g., 100x) inappropriate.
- **Caption.** The caption should provide sufficient information that the figure can be understood with excessive reference to the text. All author-derived abbreviations used in the figure should be defined in the caption.
- **General Tips.** Avoid the use of three-dimensional bar charts, unless essential to the presentation of the data. Use the simplest shading scheme possible to present the data clearly. Ensure that data, symbols, axis labels, lines, and key are clear and easily readable at final publication size.

Color Figures. Submitted color images should be at least 300 ppi. The cost to publish each color figure is \$995; a surcharge for color reprints ordered will be assessed.

Authors must agree in writing to bear the costs of color production after acceptance and prior to publication of the paper.

Miscellaneous Usage Notes

Abbreviations. Abbreviations shall not be used in the title, key words, or to begin sentences, except when they are widely known throughout science (e.g., DNA, RNA) or are terms better known by abbreviation (e.g., IgG, CD).

A helpful criterion for use of abbreviation is whether it has been accepted into thesauri and indexes widely used for searching major bibliographic databases in the scientific field. Abbreviations may be used in heads within the paper, if they have been first defined within the text. The inside back cover of every issue of the journal lists abbreviations that can be used without definition. The list is subject to revision at any time, so authors should always consult the most recent issue of the journal (or the updated list at <http://ps.fass.org/>) for relevant information. Abbreviations are allowed when they help the flow of the manuscript; however, excessive use of abbreviations can confuse the reader. The suitability of abbreviations will be evaluated by the reviewers and editors during the review process and by the technical editor during editing. As a rule, author-derived abbreviations should be in all capital letters. Terms used less than three times must be spelled out in full rather than abbreviated. All terms are to be spelled out in full with the abbreviation following in bold type in parentheses the first time they are mentioned in the main body of the text. Abbreviations shall be used consistently thereafter, rather than the full term.

The abstract, text, each table, and each figure must be understood independently of each other. Therefore, abbreviations shall be defined within each of these units of the manuscript.

Plural abbreviations do not require "s." Chemical symbols and three-letter abbreviations for amino acids do not need definition. Units of measure, except those in the standard Poultry Science abbreviation list, should be abbreviated as listed in the CRC Handbook for Chemistry and

Physics (CRC Press, 2000 Corporate Blvd., Boca Raton, FL 33431) and do not need to be defined. The following abbreviations may be used without definition in Poultry Science.

A	adenine
ADG	average daily gain
ADFI	average daily feed intake
AME	apparent metabolizable energy
AMEn	nitrogen-corrected apparent metabolizable energy
ANOVA	analysis of variance
B cell	bursal-derived, bursal-equivalent derived cell
bp	base pairs
BSA	bovine serum albumin
BW	body weight

C	cytosine
cDNA	complementary DNA
cfu	colony-forming units
CI	confidence interval
CP	crude protein
cpm	counts per minute
CV	coefficient of variation
d	day
df	degrees of freedom
DM	dry matter
DNA	deoxyribonucleic acid
EDTA	ethylenediaminetetraacetate
ELISA	enzyme-linked immunosorbent antibody assay
EST	expressed sequence tag
g	gram
g	gravity
G	guanine
GAT	glutamic acid-alanine-tyrosine
G:F	gain-to-feed ratio
GLM	general linear model
h	hour
HEPES	N-2-hydroxyethyl piperazine-N'-ethane-sulfonic acid
HPLC	high-performance (high-pressure) liquid chromatography
ICU	international chick units
Ig	immunoglobulin
IU	international units
kb	kilobase pairs
kDa	kilodalton
L	liter*
L:D	hours light:hours darkness in a photoperiod
m	meter
μ	micro
M	molar
MAS	marker-assisted selection
ME	metabolizable energy
ME _N	nitrogen-corrected metabolizable energy
MHC	major histocompatibility complex
mRNA	messenger ribonucleic acid
min	minute
mo	month
MS	mean square
n	number of observations
N	normal
NAD	nicotinamide adenine dinucleotide
NADH	reduced nicotinamide adenine dinucleotide
NRC	National Research Council
NS	not significant
PAGE	polyacrylamide gel electrophoresis
PBS	phosphate-buffered saline
PCR	polymerase chain reaction
pfu	plaque-forming units
QTL	quantitative trait loci
r	correlation coefficient
r ²	coefficient of determination, simple
R ²	coefficient of determination, multiple
RFLP	restriction fragment length polymorphism
RH	relative humidity
RIA	radioimmunoassay

RNA	ribonucleic acid
rpm	revolutions per minute
s	second
SD	standard deviation
SDS	sodium dodecyl sulfate
SE	standard error
SEM	standard error of the mean
SRBC	sheep red blood cells
SNP	single nucleotide polymorphism
T	thymine
TBA	thiobarbituric acid
T cell	thymic-derived cell
TME	true metabolizable energy
TMEn	nitrogen-corrected true metabolizable energy
Tris	tris(hydroxymethyl)aminomethane
TSAA	total sulfur amino acids
U	uridine
USDA	United States Department of Agriculture
UV	ultraviolet
vol/vol	volume to volume
vs.	versus
wt/vol	weight to volume
wt/wt	weight to weight
wk	week
yr	year

*Also capitalized with any combination, e.g., mL.

International Words and Phrases. Non-English words in common usage (defined in recent editions of standard dictionaries) will not appear in italics (e.g., in vitro, in vivo, in situ, a priori). However, genus and species of plants, animals, or bacteria and viruses should be italicized. Authors must indicate accent marks and other diacriticals on international names and institutions. German nouns shall begin with capital letters.

Capitalization. Breed and variety names are to be capitalized (e.g., Single Comb White Leghorn).

Number Style. Numbers less than 1 shall be written with preceding zeros (e.g., 0.75). All numbers shall be written as digits. Measures must be in the metric system; however, US equivalents may be given in parentheses.

Poultry Science requires that measures of energy be given in calories rather than joules, but the equivalent in joules may be shown in parentheses or in a footnote to tables.

Units of measure not preceded by numbers must be written out rather than abbreviated (e.g., lysine content was measured in milligrams per kilogram of diet) unless used parenthetically. Measures of variation must be defined in the Abstract and in the body of the paper at first use.

Units of measure for feed conversion or feed efficiency shall be provided (i.e., g:g).

Nucleotide Sequences. Nucleotide sequence data must relate to poultry or poultry pathogens and must complement biological data published in the same or a companion paper. If sequences are excessively long, it is suggested that the most relevant sections of the data be published in *Poultry Science* and the remaining sequences be submitted to one of the sequence databases.

Acceptance for publication is contingent on the submission of sequence data to one of the databases. The following statement should appear as a footnote to the title on the title page of the manuscript. "The nucleotide sequence data reported in this paper have been submitted to GenBank Submission (Mail Stop K710, Los Alamos National Laboratories, Los Alamos, NM 87545) nucleotide sequence database and have been assigned the accession number XNNNNN." Publication of the description of molecular clones is assumed by the editors to place them in the public sector. Therefore, they shall be made available to other scientists for research purposes.

Nucleotide sequences must be submitted as cameraready figures no larger than 21.6 × 27.9 cm in standard (portrait) orientation. Abbreviations should follow *Poultry Science* guidelines.

Gene and Protein Nomenclature. Authors are required to use only approved gene and protein names and symbols. For poultry, full gene names should not be italicized. Gene symbols should be in uppercase letters and should be in italics. A protein symbol should be in the same format as its gene except the protein symbol should not be in italics.

General Usage. Note that “and/or” is not permitted; choose the more appropriate meaning or use “x or y or both.” Use the slant line only when it means “per” with numbered units of measure or “divided by” in equations. Use only one slant line in a given expression (e.g., g/d per chick). The slant line may not be used to indicate ratios or mixtures.

Use “to” instead of a hyphen to indicate a range. Insert spaces around all signs (except slant lines) of operation (=, −, +, ×, >, or <, etc.) when these signs occur between two items. Items in a series should be separated by commas (e.g., a, b, and c). Restrict the use of “while” and “since” to meanings related to time. Appropriate substitutes include “and,” “but,” or “whereas” for “while” and “because” or “although” for “since.”

Leading (initial) zeros should be used with numbers less than 1 (e.g., 0.01). Commas should be used in numbers greater than 999.

Registered (®) and trademark (™) symbols should not be used, unless as part of an article title in the References section. Trademarked product names should be capitalized.

Supplemental Information

The following information is available online and updated regularly. Please refer to these pages when preparing a manuscript for submission.

Journal Title Abbreviations. A list of standard abbreviations for common journal titles is available online (<http://ps.fass.org/misc/ifora.dtl>).

SI Units. The following site (National Institute of Standards and Technology) provides a comprehensive guide to SI units and usage: <http://physics.nist.gov/Pubs/SP811/contents.html>

Figure and Table Preparation Guidelines. Current detailed information on figure and table preparation can be found at <http://ps.fass.org/misc/ifora.dtl>

Manuscript Central Instructions. Manuscripts are submitted online (<http://mc.manuscriptcentral.com/psa>). Full user instructions for using the Manuscript Central system are available on the Manuscript Central home page.

VITA

Araceli Pacheco Villanueva, filha de César Pacheco Claros e María Villanueva Pariasca, nasceu na cidade de Lima-Perú em 26 de dezembro.

Ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Nacional Agraria La Molina, em agosto de 1995, obtendo o grau de Bachelor em Zootecnia em dezembro de 2000, para posteriormente obter o grau de Engenheiro Zootecnista.

Em janeiro de 2002, foi contratada pela empresa AGROVET S.A., em Lima-Perú, para conduzir atividades na área de Incubação de ovos de matrizes de corte. Em janeiro de 2005, começou a trabalhar também na área de Marketing-Técnico na mesma empresa. Durante a permanência em AGROVET S.A., participou de vários seminários e congressos a nível mundial, bem como em dois projetos de edificação de Incubatórios de estágio múltiplo e do primeiro Incubatório de estágio único em Perú.

Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, área de concentração em Produção Animal e linha de pesquisa em Nutrição e Alimentação de Não-Ruminantes, sob a orientação da Dra. Andréa Machado Leal Ribeiro, com término em dezembro de 2012.