

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

ÁCIDO ASCÓRBICO ESTABILIZADO COM FLAVONÓIDES CÍTRICOS PARA  
FRANGOS DE CORTE SOB ESTRESSE CALÓRICO: EFEITOS NO  
DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE

Jaime Ernesto Peña Martinez  
Zootecnista/Universidade Nacional de Colômbia

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

Porto Alegre RS, Brasil  
Março 2008

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Mario e Teresa, que com seu amor e incentivo me possibilitaram atingir esse grande objetivo.

A Maria por seu constante apoio, força, amor e compreensão durante a realização deste trabalho.

Aos meus irmãos Mario, Fernando e meu sobrinho Julián pela presença constante em minha vida.

Aos professores Sergio Luiz Vieira e Jorge López, meus orientadores, pelos exemplos de ética e profissionalismo, pela dedicação, ensinamentos, orientação, paciência e compreensão para comigo que muito tem contribuído para minha formação pessoal e profissional.

Às professoras do Centro de Ensino, Pesquisa e Tecnologia de alimentos, Susana Cardoso e Liris Kindlein pelo apoio constante na condução das análises das carnes, pelas informações e cooperação enriquecedora neste trabalho.

Aos colegas Josemar, Jorge, Cibele, Renata, Dimitri e aos bolsistas que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

A lone, pelo carinho e colaboração ao longo destes anos.

À empresa Quinabra Ltda. e ao Doutor Kenio de Gouvêa Cabral pela inestimável colaboração e por ter tornado possível a execução deste trabalho.

Aos pesquisadores do CTC do ITAL pela colaboração nas análises de cor e TBARS das amostras de carne de frango.

Ao Brasil por ter-me dado a oportunidade de estudar numa das melhores Universidades do país, disponibilizando ensino gratuito e de qualidade.

# **ÁCIDO ASCÓRBICO ESTABILIZADO COM FLAVONÓIDES CÍTRICOS PARA FRANGOS DE CORTE SOB ESTRESSE CALÓRICO: EFEITOS NO DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE<sup>1</sup>**

Autor: Jaime Ernesto Peña Martinez

Orientador: Jorge López

Co-orientador: Sergio Luiz Vieira

## **RESUMO**

A exposição das aves a altas temperaturas ambientais desencadeia diferentes respostas fisiológicas pelos animais. Práticas de manejo e nutrição são utilizadas no sentido de atenuar estes efeitos. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de doses crescentes de ácido ascórbico (aa) estabilizado com flavonóides cítricos, quecetina (f1) e rutina (f2), sobre o desempenho zootécnico e algumas características de qualidade da carne de frangos de corte submetidos a condições de estresse por calor cíclico. Foram utilizadas 400 pintos fêmeas da linhagem Ross x Ross 308 com um dia de idade, alojadas em 40 baterias metálicas, em sala climatizada com controle automático de temperatura. As aves receberam os seguintes tratamentos: 0 g/ton, 250 g/ton, 500 g/ton, 1000 g/ton de aa e flavonóides através de produto comercial com 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2. A dieta foi disponibilizada à vontade até os 32 dias de idade. A partir do 14º dia até o final do experimento foi estabelecido estresse por calor cíclico com aumento de temperatura até atingir os 32°C mantida constante por 5 horas, e reduzida até atingir a temperatura de conforto correspondente à idade dos animais. Os frangos foram abatidos aos 33 dias de idade, avaliados os rendimentos dos cortes da carcaça, determinação de pH, bem como coletadas amostras de sobrecoxa e peito desossado as quais foram submetidas a congelamento para posteriores análises de pH, perdas por cocção, força de cisalhamento, cor e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Foram encontradas diferenças significativas ( $P < 0,0016$ ) para conversão alimentar de 1 a 7 dias de idade sendo os melhores valores 1,120 e 1,141 para as aves dos tratamentos com 0 e 250 g/ton de aa + f1 e f2 respectivamente. No final do experimento as aves não apresentaram diferenças para as demais variáveis de desempenho. Não houve diferenças para rendimento de carcaça, cortes, pH, força de cisalhamento, cor e TBARS. Entretanto, a carne das aves suplementadas com 250 g/ton de produto apresentaram as menores perdas por cocção.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. ( 66 p.) Março, 2008.

# ASCORBIC ACID STABILIZED WITH CITRIC FLAVONOIDS FOR BROILERS UNDER HEAT STRESS: EFFECTS ON PERFORMANCE AND MEAT QUALITY<sup>2</sup>

Author: Jaime Ernesto Peña Martínez

Advisor: Jorge López

Co-Advisor: Sergio Luiz Vieira

## ABSTRACT

Broiler exposition to high environmental temperatures leads to physiologic responses to alleviate its deleterious effects. Management and nutrition are used, in order to attenuate these effects. The aim of this study was to evaluate the effects of increasing doses of ascorbic acid (aa) and citric flavonoids quercetin (f1) and rutin (f2), on broiler performance and meat quality characteristics submitted to cyclic heat stress conditions. A total of 400 day-old female Ross x Ross 308 was allocated in 40 battery cages, in temperature controlled room. The basal diet was supplemented with a commercial product containing 10,0% of aa and 0,7% of quercetin (f1) + rutin (f2). The levels used were as follow: 0 g/t, 250 g/t, 500 g/t, 1000 g/t of aa and flavonoids. Birds were fed *ad libitum* until 32 days of age. Beginning on day 14 posthatch until the end of the experiment, to simulate cyclic heat stress the temperature inside the room was increased to 32°C maintained constant for 5 hours, and decreased until reaching the comfort temperature corresponding to the age of the animals. Birds were slaughtered at 33 days of age. Carcass and parts yield, thighs and boneless breast pH was measured. Also it was collected and stored samples of thighs and boneless breast for subsequent pH analyses, cooking loss, shear force, color and thiobarbituric acid reactivate substances test (TBARS). Significant differences ( $P < 0,0016$ ) were found for feed efficiency from 1 to 7 days of age being the best values 1,120 e1,141 for the birds of the treatments with 0 and 250 g/t of aa + f1 and f2 respectivement. At the end of the experiment the birds didn't show differences for the other performance variables. There were not differences for carcass yield, parts yield, pH, shear force, color and TBARS. However, the meat of the birds supplemented with 250 g/t presented the lowest cooking loss.

---

<sup>2</sup> Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. ( 66 p.) March, 2008

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Ambiente e estresse por calor.....	4
2.2. Mecanismos de perda de calor.....	7
2.3. Nutrição e estresse por calor.....	8
2.3.1. Ácido ascórbico (aa).....	11
2.3.2. Flavonóides.....	15
2.3.2.1. Efeito dos flavonóides nas aves.....	17
2.3.3. Sinergismo entre flavonóides e ácido ascórbico.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Local e período.....	22
3.2. Animais experimentais, Instalações e equipamentos.....	22
3.3. Dietas experimentais e tratamentos.....	22
3.4. Manejo experimental.....	24
3.4.1. Estresse por calor cíclico.....	24
3.5. Abate dos animais e coleta de amostras.....	25
3.6. Análises de qualidade de carne .....	26
3.7.1. Determinação de pH.....	26
3.7.2. Descongelamento.....	27
3.7.3. Cozimento.....	27
3.7.4. Perda de peso por cocção.....	28
3.7.5. Força de cisalhamento.....	28
3.7.6. Cor.....	29
3.7.7. Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico.....	29
3.8. Análise estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Características de desempenho.....	30
4.2. Características de rendimento de carcaça.....	34
4.3. Características de qualidade de carne.....	35
5. CONCLUSÕES.....	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
7. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
8. APÊNDICES.....	52

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição das dietas experimentais: inicial (1-20 dias de idade) e crescimento (21-32 dias de idade), %. .....	23
Tabela 2. Concentração do produto comercial e seus princípios ativos utilizados na composição dos tratamentos, g/ton. ...	24
Tabela 3. Peso vivo dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), g. ....	30
Tabela 4. Ganho de peso dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), g. ..	30
Tabela 5. Consumo de ração dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), g. ..	31
Tabela 6. Conversão alimentar dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade). .....	31
Tabela 7. Índice de mortalidade dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), %. .....	32
Tabela 8. Rendimentos de carcaça, gordura abdominal, dorso e peito, dos frangos dos diferentes tratamentos, %. .....	34
Tabela 9. Rendimentos de filezinhos, coxa, sobrecoxa e asas dos frangos dos diferentes tratamentos, %. .....	34
Tabela 10. Valores médios de pH das amostras de carne de peito de frangos dos diferentes tratamentos. ....	35
Tabela 11. Perdas por Cocção das amostras de carne de peito de frangos dos diferentes tratamentos. ....	37
Tabela 12. Valores médios de Força de Cisalhamento de Warner-Bratzler das amostras de carne de peito dos frangos dos diferentes tratamentos, kgf. ....	38
Tabela 13. Valores médios de Cor L* a* e b* das amostras de carne de peito dos frangos dos diferentes tratamentos. ....	38
Tabela 14. Valores médios de TBARS (mg malonaldeído/kg de	

amostra) das amostras de carne de sobrecoxa dos frangos dos diferentes tratamentos. ....	40
--	----

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Fórmula estrutural da benzo- $\gamma$ -pyrona.....	16
Figura 2. Fórmula estrutural dos flavonóis: quercetina e rutina.....	17



## RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
Apêndice 1. Temperaturas registradas durante o experimento.....	53
Apêndice 2. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 7 dias de idade.....	54
Apêndice 3. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 14 dias de idade.....	54
Apêndice 4. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 20 dias de idade.....	54
Apêndice 5. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 28 dias de idade.....	54
Apêndice 6. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 32 dias de idade.....	55
Apêndice 7. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.....	55
Apêndice 8. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.....	55
Apêndice 9. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.....	55
Apêndice 10. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.....	56
Apêndice 11. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.....	56
Apêndice 12. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de	

	peso de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.....	56
Apêndice 13.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.....	56
Apêndice 14.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.....	57
Apêndice 15.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.....	57
Apêndice 16.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.....	57
Apêndice 17.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.....	57
Apêndice 18.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.....	58
Apêndice 19.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.....	58
Apêndice 20.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.....	58
Apêndice 21.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.....	58
Apêndice 22.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.....	59
Apêndice 23.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.....	59
Apêndice 24.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão	

	alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.....	59
Apêndice 25.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.....	59
Apêndice 26.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.....	60
Apêndice 27.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.....	60
Apêndice 28.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.....	60
Apêndice 29.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.....	60
Apêndice 30.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.....	61
Apêndice 31.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.....	61
Apêndice 32.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.....	61
Apêndice 33.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.....	61
Apêndice 34.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.....	62
Apêndice 35.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	62
Apêndice 36.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento	

	de gordura abdominal de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	62
Apêndice 37.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de dorso de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	62
Apêndice 38.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de peito de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	63
Apêndice 39.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de filezinho de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	63
Apêndice 40.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de coxa de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	63
Apêndice 41.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de sobrecoxa de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	63
Apêndice 42.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de coxa e sobrecoxa de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	64
Apêndice 43.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de asas de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.....	64
Apêndice 44.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (1 h) das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.....	64
Apêndice 45.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (4 h) das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.....	64
Apêndice 46.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (final) das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.....	65
Apêndice 47.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de peso das amostras de carne de peito descongeladas de frangos de corte fêmeas.....	65
Apêndice 48.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de	

	peso, em porcentagem, das amostras de carne de peito descongeladas de frangos de corte fêmeas.....	65
Apêndice 49.	Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso das amostras de carne cozidas de peito de frangos de corte fêmeas.....	65
Apêndice 50.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de peso das amostras de carne cozidas de peito de frangos de corte fêmeas.....	66
Apêndice 51.	Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de peso, em porcentagem, das amostras de carne cozidas de peito de frangos de corte fêmeas.....	66
Apêndice 52.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios da força de cisalhamento, em porcentagem, das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.....	66
Apêndice 53.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de L* das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.....	66
Apêndice 54.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de a* das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.....	67
Apêndice 55.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de b* das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.....	67
Apêndice 56.	Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de TBARS das amostras de carne de sobrecoxa de frangos de corte fêmeas.....	67

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

aa	ácido ascórbico
ANOVA	análise de variância
cm	centímetro(s)
CV	coeficiente de variação
d	dia
f1	quercetina
f2	rutina
g	grama(s)
h	hora
kg	quilograma(s)
kcal	quilocaloria
L	litro
m	metro(s)
mg	miligrama(s)
min	minuto(s)
P $\leq$	probabilidade menor ou igual
ppm	parte por milhão
TBARS	substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
ton	tonelada
UI	unidades internacionais
W	watt
%	valor percentual
°C	grau Celsius
®	registrado

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura tem-se destacado nas últimas décadas como um dos setores agrícolas de maior dinamismo. Seu crescimento acompanhou os avanços tecnológicos nas áreas de genética, nutrição, sanidade e manejo, fazendo desta uma indústria altamente eficiente e competitiva. Contudo, nos países tropicais esta é afetada pela combinação dos efeitos entre temperaturas e umidades ambientais altas, presentes na maioria dos meses do ano. À medida que a relação entre umidade e temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico aumenta a susceptibilidade das aves ao estresse calórico, influenciando negativamente no desempenho e na eficiência do sistema imune (Thaxton & Siegel, 1970; Borges et al., 2003).

Durante o estresse calórico, as células do organismo e do sistema imune sofrem peroxidação enzimática ou auto-oxidativa, mediante reações que envolvem radicais livres, resultando em desestabilização da parede celular e, conseqüentemente, da funcionalidade da célula (Jimenez et al., 2005). O excesso de radicais livres pode levar à peroxidação lipídica. Esta provoca diversas patologias no animal e afeta as características organolépticas da carne (Silva et al., 2002; Fellenberg & Speisky, 2006).

Devido ao alto custo das instalações com ambiente controlado

visando minimizar os efeitos das altas temperaturas internas dos aviários, várias técnicas têm sido estudadas, tais como modificações no arraçoamento, manejo da água de bebida, manipulação de nutrientes e o emprego de aditivos, com o objetivo de manter o equilíbrio ácido-básico e a homeotermia dos animais.

A utilização de vitaminas e de compostos antioxidantes como o ácido ascórbico (aa) suplementados na água de beber ou na dieta das aves é sugerida como prática, com boas perspectivas de atenuação dos efeitos deletérios do estresse calórico sobre o desempenho zootécnico (Stilborn *et al.*, 1988). Além de melhorar as características organolépticas e a qualidade da carne (Peterson & Dwyer, 1998).

### **1.1. Objetivo**

Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito da adição de doses crescentes de aa estabilizado com os flavonóides cítricos, quercetina e rutina, sobre o desempenho zootécnico e algumas características de qualidade da carne de frangos de corte submetidos a condições de estresse por calor cíclico.



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Ambiente e estresse por calor**

O ambiente pode ser definido como a soma dos impactos biológicos e físicos e constitui-se em um dos responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola (Furlan, 2006). A grande maioria dos sistemas de produção para aves existentes nos países tropicais possui limitações de ambiência e, portanto, nem sempre apresenta-se compatível com as necessidades fisiológicas das aves.

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito porque na maioria das situações as aves domésticas estão confinadas, proporcionando pouca margem de manobra para ajustes comportamentais necessários para a manutenção da temperatura corporal normal dos animais (Macari et al., 2004). Desta forma, as variáveis ambientais podem ter efeitos positivos ou negativos sobre a produção de frangos de corte. Altas temperaturas reduzem o consumo de alimento prejudicando o desempenho dos frangos (Bonnet et al., 1997). Todavia, baixas temperaturas podem melhorar o ganho de peso, se associada a uma elevada conversão alimentar (Furlan, 2006).

Existem diferentes tipos de agentes capazes de levar os animais a

um estado caracterizado como de estresse. Estes agentes externos que provocam um estresse são denominados de estressores e são de naturezas diversas, como físicos (calor, frio, umidade), biológicos (estado de nutrição, fome, sede), psicológicos (medo, ansiedade, dor), mecânicos (traumatismo, contenção, cirúrgicos), e químicos, além dos estressores de origem social, como hierarquia ou dominância entre os grupos de animais (Rodriguez, 2002). Segundo Borges et al. (2003); Vargas (2007), todas as espécies de aves experimentam estresse por calor na medida em que a relação entre umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim a dissipação de calor, influenciando negativamente no desempenho e na eficiência do sistema imune o que eleva o efeito de baixo desafio sanitário para aves nestas condições.

O termo “estresse por calor” tem diferentes conotações nas diversas regiões do mundo e pode ser descrito como agudo ou crônico. O estresse agudo refere-se a curtos e repentinos períodos de tempo de temperatura extremadamente alta, enquanto o estresse crônico refere-se a períodos de tempo prolongados de elevada temperatura (Requena et al., 2006; Al-Fataftah & Abu-dieyeh, 2007). Em países tropicais, as temperaturas ambientais podem permanecer elevadas por períodos de tempo prolongados, enquanto em regiões temperadas, os curtos períodos de estresse por calor podem ser o principal problema. O estresse por calor começa a ocorrer quando a temperatura ambiental ultrapassa o conforto corporal, em geral acima de 25°C, se a ave foi aclimatada a uma temperatura baixa. Entretanto, em muitas regiões do mundo, as temperaturas acima de 32°C não são consideradas muito

altas porque a ave tem seu limite de tolerância ao calor mais alto, devido à aclimatação. Vários autores têm reportado diminuição no desempenho dos animais quando estes foram criados em altas temperaturas (Howlider & Rose, 1987; Stilborn et al., 1988; Siegel, 1995; Ryder et al., 2004).

As aves, por serem animais homeotérmicos, são capazes de manter a temperatura corporal constante, embora ocorra variação de temperatura do ambiente. O centro termorregulador localizado no hipotálamo, possibilita controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, mediante a produção e liberação de calor, determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal (Macari et al., 1994; Rodriguez, 2002).

Conforto térmico ou zona de conforto pode ser definido como sendo a faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Assim, na zona de conforto térmico, a fração de energia utilizada para termogênese é mínima e a energia para produção é máxima (Borges et al., 2003). É evidente que a zona termoneutra depende de uma série de variáveis, tanto intrínsecas como o isolamento interno, isolamento externo, mecanismos autonômicos de vasomotricidade, quanto extrínsecas como a energia da dieta, ventilação ambiente e características físicas das instalações. No entanto, como a termotolerância da ave varia em função da idade, fica implícito que a zona de conforto é variável em função da idade/peso do animal. Assim, em pintos de 1 a 7 dias de vida a zona de conforto está entre 31 e 33°C diminuindo para 21 a 23°C na idade de 35 a 42 dias, considerando a umidade do ar entre 65 e 70%

(Macari, 2002; Furlan, 2006).

## **2.2. Mecanismos de perda de calor**

A ave utiliza mecanismos de perda de calor sensível e latente para dissipar o calor dos tecidos para a superfície do corpo. O calor sensível, perdido, transmite-se por condução através da cobertura (penas) e tecido epitelial (pele), convecção entre o ar e superfície corporal e radiação do céu ou superfícies vizinhas para a superfície corporal. O calor latente corresponde à evaporação da água que ocorre através das vias respiratórias durante o processo de respiração (Rodriguez, 2002).

Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, há aumento da área superficial através da manutenção das asas afastadas do corpo, eriçamento de penas e intensificação da circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (Borges et al., 2003).

Outra resposta fisiológica, quando a ave é submetida ao calor, é o aumento na frequência respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Assim, a pressão parcial de  $\text{CO}_2$  ( $\text{pCO}_2$ ) diminui, levando à redução na concentração de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e do íon hidrogênio ( $\text{H}^+$ ). Em resposta compensatória, os rins aumentam a excreção de  $\text{HCO}_3^-$  e reduzem a excreção de  $\text{H}^+$  na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da

ave. Esta alteração no equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória (Borges et al., 2003; Da Silva, 2004).

Alterações fisiológicas incluem também aumento no número de células sangüíneas (hemácias) associado à vasodilatação dos capilares a fim de facilitar um maior fluxo sangüíneo, o que pode levar a conseqüentes problemas de fragilidade tanto das paredes dos capilares quanto das membranas celulares (Borges et al., 2003). Esta ação é potencializada pela presença de radicais livres formados pelo aumento do oxigênio, problema também conhecido como estresse oxidativo (Yao et al., 2007). Além destas respostas, é produzido um aumento da concentração de glicose em resposta direta à maior secreção de adrenalina, noradrenalina e glicocorticóides associado com a diminuição sérica de aa (Whitehead et al., 2003).

### **2.3. Nutrição e estresse por calor**

Quando expostas ao estresse, as aves respondem através da diminuição na ingestão de alimentos e, portanto, reduzem a ingestão de nutrientes com efeito direto sobre a resposta produtiva. Assim, várias estratégias nutricionais têm sido utilizadas com vistas a minimizar as perdas decorrentes do estresse calórico.

A substituição de carboidratos por gordura é utilizada devido ao seu menor incremento de calor (9%). Dale & Fuller (1978) relataram diferenças para ganho de peso em aves de 4 a 7 semanas de idade, consumindo rações com alto nível de gordura, quando comparadas com rações com alto nível de carboidratos e submetidas a condições termoneutras (20,5°C) e de estresse

térmico (32,5°C). Os mesmos autores (1980) também reportaram diferenças para ganho de peso, conversão alimentar e porcentual de gordura presente na carcaça em frangos de corte mantidos em ambientes frio (14°C) e quente (31°C), consumindo diferentes níveis de carboidratos e gordura na ração.

Outra estratégia, mas que têm mostrado significativa controvérsia, é a manipulação da proteína/aminoácidos, pois os estudos realizados não têm estabelecido os níveis de exigências entre proteína e/ou aminoácidos em aves submetidas a altas temperaturas. Prover a quantidade de proteína necessária para obter um desenvolvimento dos animais é muito importante, mas excessos de proteína podem ser desfavoráveis além de trazer problemas para as aves criadas nestas condições (Dirain & Waldroup, 2002). Assim, tem sido preconizada a redução dos níveis de proteína bruta com concomitante adição de aminoácidos sintéticos (L-lisina, DL-metionina). Chen et al. (2003) relataram diferenças relativas em frangos sob condições de estresse agudo entre dietas usando DL-metionina, em relação a diferentes proporções de Arg:Lis. Entretanto, Costa et al. (2001) não encontraram diferenças quando estudaram o efeito da relação Arg:Lis digestível em níveis crescentes sobre o desempenho de frangos de corte criados em ambiente com temperatura entre 25 e 32°C. Mendes et al. (1997) não observaram diferenças para conversão alimentar de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade trabalhando com níveis e relações crescentes de Lisina e Arg:Lis, respectivamente.

Em condições de estresse por calor o consumo de água aumenta em aproximadamente 6% a cada elevação de 1°C na temperatura. Isto acontece devido à maior perda de calor na forma evaporativa. Por isso a água fornecida

aos animais deve ser de boa qualidade, fresca e disponível em qualquer momento do dia (Wiernusz, 1999). Várias técnicas têm sido utilizadas com o fim de aumentar o consumo de água durante o estresse calórico. Entre estas pode-se citar o emprego de eletrólitos como cloreto de potássio (KCl) que, suplementado em concentrações de 0,6%, apresentou melhores resultados que os outros sais clorados como o cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e cloreto de amônia ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) na água e/ou na ração (Borges, 2003). O uso de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) na água é outra alternativa. Borges et al. (2004) encontraram respostas positivas no crescimento, conversão alimentar e consumo de água de frangos de corte de 44 dias de idade submetidos a diferentes temperaturas (24 a 32°C por 30 min, 32 a 36°C por 30 min, 36 a 37°C por 15 min, e 37 a 41°C por 45 min) utilizando 240 mEq/kg (Balanço Eletrolítico) quando comparado com 0, 120 e 360 mEq/kg. Da Silva et al. (1994) observaram melhora no desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) de frangos de corte utilizando 0,5 e 1,0% de  $\text{NaHCO}_3$  nas dietas, submetidos a temperaturas variando de 39 a 41°C e 34 a 36°C. Entretanto, Fuentes et al. (1998) não encontraram respostas no desempenho de frangos de corte suplementados com níveis de 0 até 2,4% de  $\text{NaHCO}_3$  na ração submetidos a temperaturas entre 33 e 39°C e umidade de 78%.

Aves expostas a condições de estresse por calor de múltiplas naturezas apresentam diminuição no desempenho devido ao baixo consumo de alimento, ganho de peso e conversão alimentar. Desta forma, a produção é afetada e está relacionada com a presença de catecolaminas e a peroxidação

dos lipídeos da membrana celular, incluindo as membranas dos linfócitos T e B, causando depressão do sistema imunológico, fazendo que o ambiente passe a apresentar um risco para a saúde do animal (Puthongsiripom et al., 2001; Vargas, 2007).

Vários autores recomendam a utilização de ácido ascórbico (aa) e de compostos antioxidantes, como os flavonóides, na dieta ou na água de bebida, pois podem intervir em diferentes funções. Por exemplo, o aa entre suas múltiplas funções participa reduzindo a síntese de glicocorticóides, resultando em uma diminuição da degradação tissular, permitindo às aves ganharem mais peso após o período de estresse (Silva et al., 1993). Em conjunto, o aa e os flavonóides são de grande interesse principalmente devido as suas propriedades de óxi-redução podendo desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres. Além disso, afetam uma grande variedade de sistemas enzimáticos, apresentam efeito inibitório na agregação plaquetária, aumentam a permeabilidade capilar, bem como retardam ou inibem a oxidação de lipídios e outras moléculas, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação associadas a diversas patologias, protegendo desta forma a saúde do animal (Silva, 2002; Degáspari & Waszczynskyj, 2004; Fellenberg & Speisky, 2006).

### **2.3.1. Ácido ascórbico (aa)**

Vitamina C é o termo utilizado para descrever os compostos que exibem atividade de L-ácido ascórbico; está presente sob duas formas: ácido ascórbico e ácido deidroascórbico. Normalmente é comercializada na forma reduzida que



é o ácido ascórbico (aa) (Douglas et al., 2000). É um material branco, hidrossolúvel e cristalino, facilmente oxidado, presente principalmente em frutas cítricas, frutas vermelhas e folhas frescas de chá (Church & Pond, 1996). Não é considerado um nutriente essencial nas aves, pois estas normalmente o sintetizam a partir da glicose numa reação que é mediada pela enzima L-gulonolactona oxidase, não havendo necessidade de suplementação exógena. (Klasing, 1998; Douglas et al., 2000; Whitehead et al., 2003).

Após sua absorção, o aa é transportado pelo organismo em associação com a albumina plasmática. Embora o aa seja a forma na qual se encontra no sangue, é usualmente transportado no interior das células na forma oxidada como ácido deidroascórbico, sendo esta logo reduzida a aa no citoplasma (Klasing, 1998). O aa participa como co-fator de uma grande variedade de reações químicas fundamentais para a manutenção da saúde. Além de fazer parte da síntese e do metabolismo de neurotransmissores, está envolvido na síntese de colágeno, formação dos glóbulos vermelhos do sangue, produção de corticosteróides, absorção e utilização do ferro e na manutenção e integridade das paredes capilares. No plasma, pode doar prontamente elétrons para várias espécies reativas, retornando facilmente a seu estado reduzido, eliminando-as antes que reajam com as membranas e lipoproteínas biológicas (Church & Pond, 1996; Klasing, 1998; Whitehead et al., 2003).

Gecha & Fagan (1992) relataram que a adição de aa diminuiu a taxa de proteólise induzida por  $H_2O_2$  e a destruição exógena de superóxido-dismutase. Young et al. (2003) observaram aumento na estabilidade dos

eritrócitos de frangos (modelo mais complexo para determinar estabilidade oxidativa) e melhores valores de ácido tiobarbitúrico (TBARS) utilizando uma combinação de aa e  $\alpha$ - tocoferol em 1000 e 200ppm, respectivamente. No entanto, Bou et al. (2001), utilizando aa (110 mg/kg), não encontraram diferenças para valores de TBARS na carne de frangos armazenada a baixas temperaturas (-20°C).

A imposição do estresse nos animais produz várias mudanças bioquímicas, podendo as aves responder de duas formas: protegendo-se ou adaptando-se. A corticosterona é o principal hormônio associado ao estresse sendo utilizado como um indicador em aves, e é produzido como resultado final de uma cadeia de eventos envolvendo o fator liberador de corticotropinas do hipotálamo induzindo a liberação de corticotropina da pituitária, que por sua vez estimula a liberação de corticosterona do córtex adrenal. Alterações nos níveis de corticosterona plasmática podem ter efeitos secundários em outros sistemas hormonais como conversão de noradrenalina em adrenalina ou a produção de hormônios da glândula tireóide que podem gerar amplos efeitos como a imunossupressão (Whitehead et al., 2003). Para diminuir a síntese e a secreção de corticosteróides, a suplementação de aa tem sido utilizada reduzindo os efeitos negativos do estresse, uma vez que nestas condições as aves apresentam sua capacidade reduzida para sintetizá-lo (Whitehead et al., 2003; Gonzáles, 1995; citado por Batista, 2005).

Pardue et al. (1985) observaram que em ausência de estresse a suplementação de aa nas aves teve um pequeno efeito na concentração de corticosterona sérica. A suplementação de aa tem mostrado também efeitos

metabólicos induzidos em outras espécies animais. Kotze et al. (1977) revelaram que a dose oral de 250 a 500 mg de aa diminuiu a temperatura retal em humanos expostos a 33,9°C por 4 h/dia durante 10 dias consecutivos.

Vários autores concordam que sob condições de estresse por calor ocorre uma série de respostas típicas incluindo elevação nas concentrações plasmáticas de corticosteróides, proteínas, glicose, sódio, relação heterophil: linfócito (H/L) e diminuem em peso relativo a glândula adrenal, bursa, baço e timo (Pardue et al., 1985; Whitehead et al., 2003; Lohakare et al., 2005).

Os benefícios associados à suplementação de aa não são facilmente perceptíveis quando se examina a literatura, pois as informações a respeito são conflitantes. Lohakare et al. (2005) mostraram diferenças significativas na relação H/L de frangos de corte de 42 dias de idade, suplementados com aa nas doses de 100 e 200 ppm. Ao contrário, Mckee et al. (1997) não reportaram diferenças para níveis de corticosterona no plasma e relação H/L de frangos de corte submetidos a estresse por calor (33,8°C) e suplementados na ração com 0, 150 e 300 ppm de aa. Vathana et al. (2002) relataram menor mortalidade (2,2%) quando comparado ao grupo controle (8,9%) em frangos de corte mistos de 42 dias de idade, sob estresse por calor, e suplementados na água de bebida com 40mg/ave/dia de aa. Entretanto, Puron & Santamaria (1994) não encontraram diferenças significativas para mortalidade em frangos de corte mistos submetidos a estresse por calor cíclico (26-34°C) e suplementados na dieta com 200 ppm de aa.

A suplementação de aa sob condições de estresse por calor reduz os níveis de glicocorticóides resultando em uma menor degradação de tecidos,

(especialmente proteínas) permitindo assim um maior desempenho dos animais (Stilborn et al., 1988). Vathana et al. (2002) encontraram diferenças no desempenho de frangos de corte mistos de 42 dias submetidos a estresse por calor cíclico, e suplementados na água de bebida com aa. Sahin et al. (2003) encontraram diferenças para peso vivo, consumo de alimento e conversão alimentar em codornas submetidas a estresse por calor (34°C) e suplementadas com 250 ppm de aa na ração. Lohakare et al. (2005) observaram diferenças para ganho de peso, peso vivo de 0 a 6 semanas de idade, e para consumo e conversão alimentar de 0 a 3 semanas de idade em frangos de corte suplementados com doses crescentes de aa ( 0, 10, 50, 100, e 200 ppm) na ração. Todavia, Mckee et al. (1997) não encontraram diferenças para ganho de peso e consumo de alimento de frangos de corte submetidos a estresse por calor (33,8°C) e suplementados na ração com 150 ppm de aa. Igualmente, Stilborn et al. (1988) não relataram diferenças para ganho de peso e conversão alimentar em frangos de corte de 28 a 42 dias de idade sob estresse por calor cíclico (24-35°C) e suplementados com 0, 125, 250, 500 e 1000 mg/kg de aa.

### **2.3.2. Flavonóides**

Os flavonóides são pigmentos biológicos naturais (substâncias polifenólicas) amplamente distribuídos em plantas, frutas (uva, maçã, cítricos), verduras e em algumas bebidas como o chá e o vinho. Mais de 5000 flavonóides já foram identificados e classificados, sendo muitos deles responsáveis pelas atrativas cores presentes nas frutas, flores e folhas das

plantas (Narayana, 2001; Havsteen, 2002; Beecher, 2003). Os flavonóides foram identificados pela primeira vez na década de 30, sendo chamados de vitamina P. Contudo, sua diversidade química impossibilitou sua classificação como vitamina (Nijveld et al., 2001; Batista, 2005).

Flavonóides são derivados da benzo- $\gamma$ -pyrona (Figura 1), caracterizados por possuir dois ou mais núcleos aromáticos, contendo substituintes hidroxilados e/ou derivados funcionais, como ésteres, glicosídeos e outros (Morena, 1999; Narayana, 2001; Havsteen, 2002; Degáspari & Waszczynskyj, 2004).

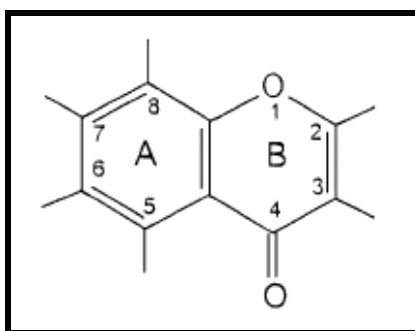


Figura 1. Fórmula estrutural da benzo- $\gamma$ -pyrona.

Os flavonóides mais comuns encontrados na natureza são ao mesmo tempo os mais estudados por suas possíveis aplicações. Entre estes podem ser encontrados flavonóis como quercetina, campferol (mais abundantes nas plantas) e rutina da bergamota (*Citrus bergamia*); as flavononas: narangina do pomelo (*Citrus paradisi*) e hesperedina da laranja doce (*Citrus sinensis*), e as flavonas como tangeritina também encontrada na laranja doce (Beecher, 2003; Mariano, 2003).

Os flavonóides são absorvidos no intestino, passam para a circulação sanguínea, ligando-se à albumina e distribuindo-se por todo o

organismo. Podem ser armazenados no fígado, onde podem ser conjugados com outros flavonóides e são excretados pela urina e pelo suor (Nijveld et al., 2001). Alguns autores mostram que a quercetina glicosilada é encontrada na circulação sanguínea após a ingestão. Esta pode ser rapidamente absorvida em pequenas quantidades, mas sua eliminação é muito lenta, sendo a cinética da absorção e biodisponibilidade dependente do tipo do glicosídeo ligado ao flavonóide (Nijveld et al., 2001; Miranda, 2005). Propriedades relacionadas a estas substâncias, como antiinflamatória, antiviral, antialérgica, protetores do sistema cardiovascular entre outras, foram observadas em diversas pesquisas *in vitro* e *in vivo* (Narayana, 2001). Além disso, os polifenóis podem atuar como protetores e regeneradores dos antioxidantes primários como as vitaminas C, E e o  $\beta$ -caroteno.

### 2.3.2.1. Efeito dos flavonóides nas aves

Os flavonóides quercetina e rutina pertencem ao grupo dos flavonóis; sua fórmula estrutural é apresentada na Figura 2.

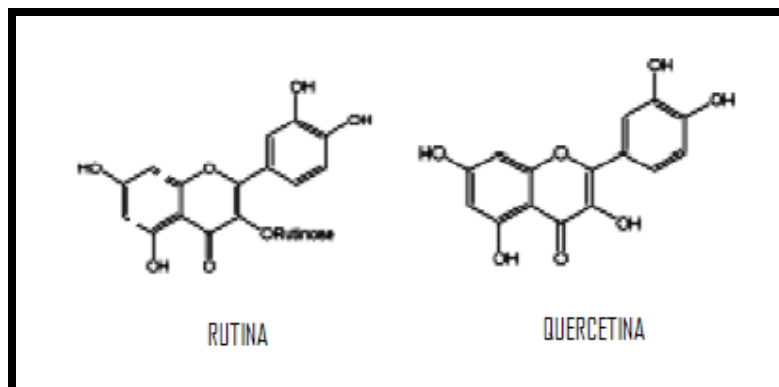


Figura 2. Fórmula estrutural dos flavonóis: quercetina e rutina.

A quercetina é conhecida como um dos melhores anti-histamínicos contra a febre e alergias; possui capacidade hepatoprotetora, antitrombótica e vasoprotetora atribuídas à sua habilidade de ligar-se à membrana de plaquetas e eliminar radicais livres; tem capacidade antiviral, e atua como antioxidante evitando a oxidação de colesterol-LDL, e do aa, enquanto a rutina possui capacidade hepatoprotetora, vasoprotetora e antioxidante (Silva et al., 2002; Tieppo, 2007).

No organismo animal são gerados radicais superóxido em processos metabólicos normais que utilizam oxigênio. Os radicais de oxigênio estão envolvidos em várias patologias, dentre elas artrite, inflamações e desordens no fígado. Na célula animal existe um sistema natural de defesa antioxidante que pode ser enzimático ou não-enzimático. A detoxificação enzimática ocorre através de enzimas como superóxido-desmutase, catalase e glutational-peroxidase (Degáspari & Waszczyński, 2004). Além disso, várias substâncias antioxidantes não-enzimáticas estão naturalmente presentes nos tecidos animais e outras são fornecidas através da dieta, principalmente oriundas das plantas, para proteger o organismo dos danos decorrentes das oxidações.

Os flavonóides quercetina e rutina participam dos processos de oxi-redução intra e extracelulares, seu efeito antioxidante deve-se principalmente à sua habilidade de interagir com radicais livres que iniciam os processos de oxidação ou que são produzidos nas reações em cadeia (Toledo et al., 2003).

As células do sistema imunológico sofrem peroxidação enzimática ou auto-oxidativa, mediante reações que envolvam radicais livres durante o estresse calórico resultando em desestabilização da parede celular e,

conseqüentemente, na funcionalidade da célula. Um excesso de radicais livres pode levar à peroxidação lipídica, resultando em patologias que incluem aterosclerose e câncer. No estágio de iniciação da peroxidação lipídica, ocorre interação do ácido graxo insaturado com o oxigênio, formando um radical lipídico. No estágio de propagação, o radical lipídico reage com o oxigênio molecular, formando um radical peroxila, que pode ligar-se a outra molécula de lipídeo, formando mais radicais livres. No estágio de terminação, os radicais livres reagem com antioxidantes, formando produtos inertes. A peroxidação lipídica pode ser suspensa por inativação enzimática dos radicais livres pelos antioxidantes que inibem o estágio de iniciação e, ou, aceleram o estágio de terminação. Desta forma, os flavonóides quercetina e rutina têm grande importância na proteção do sistema imunológico (Silva et al. 2002; Batista, 2005).

Da Silva et al. (2002) citados por Toledo et al. (2003) observaram redução nos níveis sanguíneos de colesterol, colesterol-LDL e triglicerídios em frangos de corte de 21 dias de idade suplementados com rutina e naringina (20 mg dia/ave). Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2004) trabalhando com coelhos com 70 dias de idade suplementados com naringina e bixina em doses, respectivamente de 30 mg/kg e 125 mg/kg de peso corporal. Antongiovanni et al. (2005) revelaram níveis maiores de coccídia nas excretas de frangos quando comparadas com as de frangos suplementados com esperidin, eriocitrin e narirutin, em concentrações de 0, 1, ou 2% na ração, e 4% na água de bebida; além disso, os níveis de imunoglobulinas sanguíneas (IgM e IgG) foram superiores nos animais



suplementados.

### **2.3.3. Sinergismo entre flavonóides e ácido ascórbico**

Segundo Mariano (2003); Sebastian (2003) citado por Batista (2005), por motivo do seu mútuo poder antioxidante, os flavonóides e o aa apresentam efeitos sinérgicos nas seguintes atividades: os flavonóides estão relacionados na redução do dano oxidativo na superfície dos fibroblastos, ação potencializada pela presença do aa. Também melhoram a imunidade entérica porque aumentam a fagocitose, e incrementam a eficiência dos capilares intestinais, durante os processos de absorção de nutrientes, além de melhorar a absorção de antibióticos. O aa e os flavonóides acredita-se, aumentam a resistência dos capilares sangüíneos ao diminuir os níveis de colesterol-LDL (Nijveldt et al., 2001). Como antioxidantes, o aa e os flavonóides estão relacionados com o aumento da imunidade mediada ou não por células, ação ocorrida, em parte, pela manutenção da estrutura funcional e a integridade estrutural de células importantes do sistema imunológico (Linfócitos T e B). Essa proteção resulta em uma maior eficiência produtiva pela diminuição da susceptibilidade dos animais às doenças causadas pelo estresse e, conseqüentemente, diminuição das taxas de morbidade e mortalidade. Os antioxidantes seqüestram radicais livres, que ajudam a preservar o sabor e aroma das comidas, bebidas, alimentos para animais e melhoram as características organolépticas e a qualidade da carne (Peterson & Dwyer, 1998). Estudos *in vitro* indicaram que os flavonóides possuem a propriedade de retardar a conversão de ascorbato em dehidroascorbato. Um dos mecanismos

para esta proteção envolve a quelação, pelos flavonóides, do cobre e outros traços de metais, impedindo a oxidação do ácido ascórbico (Havsteen, 2002). Outros pesquisadores também observaram que a auto-oxidação *in vitro* da quercitina pode ser prevenida utilizando-se baixas concentrações de aa, sugerindo que uma das possíveis funções da vitamina C na dieta é prevenir a oxidação dos flavonóides, possibilitando que, dessa forma, essas moléculas estejam biologicamente ativas no organismo, mesmo após o processo digestivo (Degáspari & Waszczyński, 2004). Kremer et al. (1998) citados por Mariano (2003), obtiveram melhores valores de pH e CRA e melhoras na cor (por redução da peroxidação lipídica) durante o armazenamento da carne de suínos suplementados com 2,5 e 12,5 ppm de quercetina na dieta 4 horas antes do abate. Igualmente, Rababah et al. (2006) demonstraram efeitos positivos nos valores de TBARS ao utilizar flavonóides cítricos (3,0 e 6,0 ppm) na carne de frango armazenada a 5°C por 12 dias. Resultados similares foram obtidos por López et al. (2002), trabalhando com suínos desde os 60 kg até 120 kg de peso vivo, suplementados com 200 ppm de produto comercial a base de aa e flavonóides cítricos na ração.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local e período**

O experimento foi conduzido no Aviário de Ensino e Pesquisa do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

#### **3.2. Animais experimentais, instalações e equipamentos**

Foram utilizados 400 pintos de corte fêmeas da linhagem Ross x Ross 308 com 1 dia de idade com peso médio de 44 g. Distribuídos em um delineamento de blocos casualizados, com 4 tratamentos (dietas experimentais), com 5 blocos (baterias metálicas de oito gaiolas cada), providas de bebedouros, comedouros tipo calha, lâmpadas de flúor, e 10 repetições, sendo cada unidade experimental (gaiola) composta por 10 animais. O experimento foi conduzido em sala climatizada com controle automático de temperatura e o programa de iluminação foi constante (24 h) realizado através de lâmpadas fluorescentes.

#### **3.3. Dietas experimentais e tratamentos**

As dietas foram formuladas a partir de milho e farelo de soja,

segundo programa alimentar com recomendações de energia e nutrientes descrito por Rostagno et al. (2005), e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais inicial (1-20 dias de idade) e crescimento (21-32 dias de idade), %.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>INICIAL (1-20 d)</b>	<b>CRESCIMENTO (21-32 d)</b>
Milho	57,32	59,25
Farelo de soja	36,35	32,80
Óleo de soja	2,37	4,38
Calcário calcítico	0,90	0,83
Fosfato bicálcico	1,75	1,61
Sal comum	0,34	0,35
Bicarbonato de sódio 99%	0,09	0,00
Biolys 50,7% Lys	0,32	0,26
DL-Metionina 99%	0,27	0,23
L-Treonina	0,07	0,05
Cloreto de colina líquida	0,05	0,06
Premix Mineral Frango	0,05	0,05
Premix Vitaminico Frango	0,12	0,12
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Nutrientes</b>	<b>Níveis nutricionais, % ou conforme descrito</b>	
EMAn kcal/kg	3.000	3.150
Proteína bruta	21,62	20,05
Lisina dig.	1,20	1,08
Met+Cys dig.	0,85	0,78
Treonina dig.	0,78	0,71
Triptofano dig.	0,23	0,21
Arginina dig.	1,33	1,22
Isoleucina dig.	0,84	0,77
Valina dig.	0,90	0,84
Cinzas	5,82	5,43
Ca	0,90	0,83
P disp.	0,44	0,41
Na	0,18	0,16
Cl	0,30	0,30
K	0,90	0,84
BED (mEq/kg)	224,54	199,66
Acido linoléico	2,57	3,69
Colina (mg/kg)	1.600	1.600

Enriquecimento por kg de produto: Vit A: 10.000.000 UI; Vit B12: 20.000 mg; Vit D3: 3.000.000 UI; Vit E: 40.000 UI; Vit K3: 3.000 mg; Vit B1: 2.000 mg; Vit B2: 6.000 mg; Vit B6: 4.000 mg; Ác. Nicotínico: 40.000 mg; Ác. Pantotênico: 12.000 mg; Ác. Fólico: 1.000 mg; Biotina: 150 mg; Selênio: 250 mg; Fe: 60.000 mg; Cu: 10.000 mg; Zn: 100.000 mg; Mn: 100.000 mg; I: 1.000mg.

Os tratamentos foram compostos de rações para frangos de corte com níveis crescentes de aa e flavonóides, na Tabela 2 observa-se a

concentração do produto comercial usado como aditivo em cada um dos tratamentos. Foi utilizado um programa alimentar de 2 fases, com uma dieta inicial de 1 a 20 dias de vida e outro de crescimento de 21 a 32 dias de vida, e as rações foram oferecidas à vontade na forma farelada.

Tabela 2. Concentração do produto comercial e seus princípios ativos utilizados na composição dos tratamentos, g/ton.

Tratamentos	Produto comercial <sup>1</sup>	Concentração princípio ativo	aa	Quercetina 50% Rutina 50%
Controle negativo	0	0	0	0
T1	250	87,5	8,75	0,61
T2	500	175	17,50	1,22
T3	1000	350	35,00	2,45

<sup>1</sup> Biocitro®, produto comercial obtido através da fermentação de frutas cítricas.

### 3.4. Manejo experimental

As avaliações de desempenho das aves foram feitas semanalmente em grupo por bateria até o final do experimento, com medidas de peso corporal, consumo de alimento, conversão alimentar e mortalidade.

#### 3.4.1. Estresse por calor cíclico

A temperatura no interior da sala foi monitorada, medida com termômetro digital sendo registradas as temperaturas máximas e mínimas. Além disso, era feito um ajuste diário, sendo a temperatura inicial de 32°C, a qual foi ajustada gradativamente até atingir os 25°C, aos 13 dias de idade. Do dia 14 até o final do experimento a temperatura ambiente foi mantida de forma a simular condições de estresse por calor cíclico (Apêndice 1). A cada 12 min, a temperatura foi aumentada lentamente (1°C) até atingir os 32°C, sendo mantida constante por 5 horas. Logo após, a temperatura foi diminuída

lentamente (1°C cada 12 min) até atingir a temperatura de conforto correspondente à idade dos animais segundo o guia de manejo Ross das aves. Esta temperatura permanecia até o dia seguinte, quando iniciava-se um novo ciclo.

### **3.5. Abate dos animais e coleta de amostras**

Os frangos foram mantidos sob jejum alimentar com dieta hídrica de 8 horas antes do abate, com a finalidade de esvaziar o trato gastrointestinal, para evitar contaminação das carcaças. Após a pesagem final aos 32 dias de idade todas as aves foram anilhadas com lacres numerados de quatro cores diferentes, um para cada tratamento. Para a coleta de amostras de peito e sobrecoxa foram selecionadas duas aves por gaiola; esta seleção foi feita realizando uma segunda pesagem individual, procurando dois animais por unidade experimental que estivessem dentro da média  $\pm 1$  desvio padrão. As aves selecionadas, receberam mais uma anilha com o propósito de facilitar sua visualização no momento do abate. O abate dos animais e resfriamento das carcaças foram realizados de acordo com o Regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves (Brasil, 1998), no abatedouro experimental no mesmo dia em dois turnos. No primeiro turno foram coletadas as amostras de sobrecoxa e peito desossado, estas foram embaladas individualmente em sacos plásticos e armazenadas em freezer horizontal a -18°C onde permaneceram por 7 meses até sua retirada para posteriores análises. Para isto, duas aves de cada unidade experimental foram retiradas das baterias e acondicionadas em caixas de transporte, abatidas por

ordem de repetição e tratamento de forma a propiciar o mesmo tempo de espera entre os tratamentos. No segundo turno foram abatidas as aves restantes de cada unidade experimental, seguindo o mesmo esquema anteriormente descrito. As carcaças evisceradas foram cortadas para obtenção de seus cortes comerciais, realizados por funcionários especializados de uma empresa comercial local. Os cortes obtidos foram: coxas (musculatura envolvendo a tíbia), sobrecoxa (musculatura envolvendo o fêmur), peito desossado (*Pectoralys major*), filezinho (*Pectoralys minor*), asas e dorso. Estes foram pesados individualmente e expressos como relativos ao peso da carcaça eviscerada.

### **3.6. Análises de qualidade de carne**

As determinações de pH, perda de peso por cocção e força de cisalhamento foram realizadas no Centro de Ensino, Pesquisa e Tecnologia de Carnes (CEPETEC) da Faculdade de Veterinária, da UFRGS, Porto Alegre, RS, enquanto as análises de cor e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram realizadas no Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em Campinas, São Paulo, SP.

#### **3.7.1. Determinação de pH**

Imediatamente após o resfriamento das carcaças do “chiller” foram feitas determinações de pH (1 h) após o abate no peito das carcaças, no centro direito do músculo *Pectoralys major*, através do pHmetro Lutron-208® com eletrodo de inserção Sensoglass® tipo faca previamente calibrado. Quatro

horas após a armazenagem das amostras no freezer foram realizadas novas determinações de pH (4 h) após o abate através de um corte no canto superior do saco plástico o qual foi selado após a mensuração; procura-se fazer a medição na mesma parte anatômica do peito. E 7 meses após o descongelamento das amostras foi realizada uma ultima determinação (pH final).

### **3.7.2. Descongelamento**

Após os sete meses de armazenamento as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas e transportadas até as instalações do CEPETEC da Faculdade de Veterinária, da UFRGS em Porto Alegre, sendo então distribuídas em um refrigerador à temperatura de 4°C onde permaneceram *over night* para descongelamento.

### **3.7.3. Cozimento**

A metodologia utilizada para cozimento das amostras de peito foi a preconizada por Chrystall et al. (1994), em que duas amostras foram embaladas em sacos plásticos de filme resistente ao calor Perflex11Film - Viskase® e cozidas em banho-maria sob temperatura de 80°C por 60 min. Os sacos plásticos contendo as amostras foram fechados e o conjunto de 4 sacos foi colocado e posteriormente retirado da água de cocção no mesmo momento, visando a padronização do cozimento. A água das cubas era constantemente agitada com agitador magnético e a temperatura da mesma foi monitorada através de termômetro interno do equipamento. Passados os 60 minutos de



cozimento os sacos plásticos foram retirados da cuba, abertos e os peitos cozidos foram colocados em bandejas plásticas onde permaneceram por 50 minutos até as amostras esfriarem e atingirem uma temperatura de  $45 \pm 2^\circ\text{C}$  na qual foi possível manipulá-las. Posteriormente cada amostra foi colocada sobre pratos plásticos descartáveis e foram pesadas novamente.

#### **3.7.4. Perda de peso por cocção**

A Perda de Peso por Cocção foi determinado através do cálculo da razão obtida entre os pesos das amostras de peito de frango antes e após a cocção. O resultado da perda de peso por cocção foi expresso em porcentagem.

#### **3.7.5. Força de cisalhamento**

A determinação da força de cisalhamento foi realizada através de texturômetro equipado com conjunto de lâmina Warner-Bratzler. Para as análises de força de cisalhamento foram empregadas as amostras cozidas e depois da determinação de perda de peso por cocção as amostras foram embaladas em sacos plásticos previamente identificados com fechadura tipo Ziploc. As amostras foram colocadas em bandejas plásticas e resfriadas em geladeira à temperatura de  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas. De cada peito cozido foram retirados, por intermédio de um vazador adaptado à uma furadeira elétrica, pelo menos 10 cilindros com diâmetro de 1,27 cm de seção transversal. Os cilindros de carne foram analisados no texturômetro sendo colocados com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina do aparelho e como valor final

utilizou-se a média de 7 determinações expressas em kgf, segundo metodologia utilizada por Liu et al. (2004).

### **3.7.6. Cor**

A cor da carne foi medida na parte central do músculo *Pectoralis major*, a reflectância foi determinada na faixa de 400 a 700nm utilizando-se espectrofotômetro MINOLTA Chroma Meter CM 508-d. O espectrofotômetro foi calibrado com padrão branco e foram realizadas as leituras dos parâmetros L\* (Luminosidade), a\* (vermelho/verde) e b\* (amarelo/azul) no sistema CIE (Commission International de l'Eclairage).

### **3.7.7. Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)**

As análises de TBARS foram determinadas em triplicatas nas amostras de sobrecoxa de cada tratamento, segundo a metodologia de Tarlagdis et al. (1960).

### **3.8. Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (General Linear Models Procedure) através do programa estatístico SAS (2001), e as médias das variáveis que apresentaram diferença estatística foram submetidas ao teste de Tukey a 5%.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Características de desempenho

Segundo os dados apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5, pode ser observado que o peso vivo, ganho de peso e consumo de alimento não foram afetados pelos tratamentos.

Tabela 3. Peso vivo dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), g.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	Período experimental (dias)					
	1	7	14	20	28	32
0	43,9	162	<b>427</b>	<b>768</b>	<b>1317</b>	<b>1640</b>
250	44,1	163	<b>433</b>	<b>770</b>	<b>1303</b>	<b>1620</b>
500	44,5	168	<b>436</b>	<b>773</b>	<b>1316</b>	<b>1629</b>
1000	44,7	159	<b>430</b>	<b>765</b>	<b>1294</b>	<b>1606</b>
Média	44,3	163	<b>431</b>	<b>769</b>	<b>1307</b>	<b>1624</b>
CV, %	1,796	6,918	<b>3,594</b>	<b>3,428</b>	<b>4,359</b>	<b>3,567</b>
P <sub>≤</sub>	0,1031	0,3583	<b>0,5622</b>	<b>0,9109</b>	<b>0,7619</b>	<b>0,6014</b>

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Colunas em negrito correspondem aos dias com estresse térmico.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Tabela 4. Ganho de peso dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), g.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	Período experimental (dias)						
	1-7	7-14	14-20	1-20	20-28	28-32	1-32
0	118	265	<b>341</b>	724	<b>549</b>	<b>323</b>	1597
250	119	270	<b>337</b>	726	<b>533</b>	<b>317</b>	1576
500	123	269	<b>337</b>	729	<b>542</b>	<b>313</b>	1584
1000	114	271	<b>335</b>	720	<b>529</b>	<b>312</b>	1561
Média	118	269	<b>337</b>	725	<b>538</b>	<b>316</b>	1579
CV, %	9,456	3,820	<b>4,549</b>	3,647	<b>8,011</b>	<b>5,372</b>	3,683
P <sub>≤</sub>	0,3370	0,6274	<b>0,8382</b>	0,9047	<b>0,7177</b>	<b>0,4770</b>	0,5903

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Colunas em negrito correspondem aos dias com estresse térmico.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Tabela 5. Consumo de ração dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), g.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	Período experimental (dias)						
	1-7	7-14	<b>14-20</b>	1-20	<b>20-28</b>	<b>28-32</b>	1-32
0	132	354	<b>494</b>	979	<b>939</b>	<b>553</b>	2462
250	136	354	<b>490</b>	979	<b>934</b>	<b>535</b>	2443
500	141	353	<b>495</b>	989	<b>943</b>	<b>545</b>	2467
1000	138	356	<b>488</b>	982	<b>947</b>	<b>533</b>	2451
Média	137	354	<b>492</b>	982	<b>940</b>	<b>542</b>	2460
CV, %	6,074	3,397	<b>3,666</b>	3,164	<b>5,792</b>	<b>5,070</b>	3,390
P≤	0,1362	0,9614	<b>0,7821</b>	0,8767	<b>0,9586</b>	<b>0,3447</b>	0,9130

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Colunas em negrito correspondem aos dias com estresse térmico.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Os resultados das variáveis analisadas concordam com Puron & Santamaria (1994), Mckee et al. (1997) que suplementando frangos de corte, submetidos a estresse por calor, com 150 e 200 ppm de aa não observaram diferenças em nenhuma das respostas de desempenho avaliadas.

Para conversão alimentar, no entanto, foram encontradas diferenças estatísticas ( $P \leq 0,0016$ ) de 1 a 7 dias de idade. Os tratamentos com 0 e com 250 g/ton de produto apresentaram melhor conversão alimentar quando comparados aos tratamentos com 500 e 1000 g/ton (Tabela 6).

Tabela 6. Conversão alimentar dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade).

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	Período experimental (dias)						
	1-7	7-14	<b>14-20</b>	1-20	<b>20-28</b>	<b>28-32</b>	1-32
0	1,120 <sup>a</sup>	1,335	<b>1,447</b>	1,351	<b>1,717</b>	<b>1,715</b>	1,542
250	1,141 <sup>a</sup>	1,313	<b>1,454</b>	1,350	<b>1,760</b>	<b>1,693</b>	1,550
500	1,153 <sup>b</sup>	1,317	<b>1,471</b>	1,356	<b>1,742</b>	<b>1,743</b>	1,558
1000	1,214 <sup>b</sup>	1,314	<b>1,456</b>	1,363	<b>1,801</b>	<b>1,710</b>	1,571
Média	1,157	1,319	<b>1,457</b>	1,355	<b>1,755</b>	<b>1,715</b>	1,555
CV, %	4,346	3,153	<b>2,304</b>	1,542	<b>8,531</b>	<b>5,330</b>	2,365
P≤	0,0016	0,6149	<b>0,4260</b>	0,5279	<b>0,6445</b>	<b>0,6739</b>	0,3641

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Colunas em negrito correspondem aos dias com estresse térmico.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Diversos estudos, usando este delineamento estatístico apresentaram resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho. Vathana et al. (2002), Lohakare et al. (2005) encontraram diferenças significativas na conversão alimentar de aves submetidas a estresse por calor nas primeiras 3 semanas de idade, quando suplementadas com aa na água de bebida e na ração de frangos de corte.

No presente estudo não foi observada diferença significativa para índices de mortalidade (Tabela 7), estes resultados concordam com os observados por Puron & Santamaria (1994) que não encontraram diferenças para mortalidade em frangos de corte mistos submetidos a estresse por calor cíclico (26-34°C) e suplementados na ração com 200 ppm de aa.

Tabela 7. Índice de mortalidade dos frangos dos diferentes tratamentos durante o período experimental (1 a 32 dias de idade), %.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	Período experimental (dias)						
	1-7	7-14	<b>14-20</b>	1-20	<b>20-28</b>	<b>28-32</b>	1-32
0	-	1,00	<b>1,00</b>	2,00	<b>14,00</b>	<b>1,00</b>	17,00
250	-	1,00	<b>0,00</b>	1,00	<b>14,00</b>	<b>2,00</b>	17,00
500	-	1,00	<b>2,00</b>	3,00	<b>10,00</b>	<b>0,00</b>	13,00
1000	-	3,00	<b>1,00</b>	4,00	<b>5,00</b>	<b>1,00</b>	10,00
Média	-	1,50	<b>1,00</b>	2,50	<b>10,75</b>	<b>1,00</b>	14,25
CV, %	-	27,089	<b>21,134</b>	29,189	<b>52,598</b>	<b>23,403</b>	48,347
P≤	-	0,7298	<b>0,5593</b>	0,5989	<b>0,5761</b>	<b>0,7386</b>	0,8263

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Colunas em negrito correspondem aos dias com estresse térmico.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

A não significância das variáveis de desempenho analisadas neste experimento pode estar relacionada ao fato de existir uma grande dificuldade em estabelecer o grau de estresse na qual são submetidas as aves experimentalmente (Mckee & Harrison, 1995; Whitehead et al., 2003). Whiling et al. (1991) e Puron & Santamaria (1994) atribuíram as não significâncias dos

seus resultados à temperaturas e tempos utilizados (35-38°C por 4 h, 26-34°C por 6 h, respectivamente), pois os efeitos benéficos da suplementação do aa e flavonóides são aparentes a temperaturas mais altas. Entretanto, as temperaturas e tempos do estresse cíclico utilizados no estudo de Sahin et al. (2003) foram maiores (34°C por 8 h/dia), reportando diferenças em desempenho de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) suplementadas com 250 mg de L-aa na ração.

Concordando com Vathana et al. (2002), as temperaturas favoráveis e a luz provida durante toda a noite podem explicar a ausência de diferenças em peso vivo, ganho de peso e consumo de alimento entre os tratamentos.

Outra possibilidade seria as aves terem passado por um processo de aclimatação ao longo do experimento, reduzindo desta forma as possibilidades de sofrer um estresse térmico. Outros autores sugerem a falta de diferenças significativas à instabilidade do aa suplementado nos seus experimentos (Stilborn et al., 1988; Mckee et al., 1997).

Mckee & Harrison (1995) não encontraram diferenças para desempenho; todavia verificaram diferenças para os níveis plasmáticos de corticosterona e H/L em frangos de corte submetidos a estresse por calor (33°C) e suplementados com 150 e 300 ppm de aa na dieta. Embora não foi observado resposta positiva significativa sobre as características de desempenho, o uso da suplementação de aa + f1 e f2, ainda pode estar relacionado com o efeito sobre os níveis plasmáticos de corticosterona e H/L, parâmetros estes que, não foram avaliados neste experimento.

#### 4.2. Características de rendimento de carcaça

Analisando os resultados encontrados para rendimentos de carcaça e cortes das aves aos 33 dias de idade, foi possível observar que não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8. Rendimentos de carcaça, gordura abdominal, dorso e peito dos frangos dos diferentes tratamentos, %.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	Carcaça	Gordura abdominal	Dorso	Peito
0	77,116	1,620	23,551	24,570
250	76,620	1,555	23,647	24,352
500	77,336	1,703	23,597	24,060
1000	77,228	1,610	23,436	24,254
Média	77,075	1,622	23,558	24,309
CV, %	1,885	11,127	2,384	2,436
P <sub>≤</sub>	0,7027	0,3450	0,8563	0,2965

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Tabela 9. Rendimentos de filezinhos, coxa, sobrecoxa e asas dos frangos dos diferentes tratamentos, %.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	Filezinhos	Coxa	Sobrecoxa	Asas
0	4,866	12,975	19,312	11,972
250	4,868	13,235	19,014	11,892
500	4,891	12,920	18,994	11,984
1000	5,425	12,927	19,062	12,056
Média	5,013	13,014	19,096	11,976
CV, %	17,698	2,350	2,895	2,687
P <sub>≤</sub>	0,4221	0,0879	0,5549	0,7276

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

A utilização dos depósitos de energia corporal em períodos de estresse por calor pode variar segundo os níveis de carboidratos e gordura presentes na ração fornecida ou com a suplementação de aa na dieta; além disso, estão relacionados com a síntese de corticóides e maior produção de

hormônios da tireóide (Dale & Fuller, 1980; Mckee et al., 1997). No presente estudo não foram realizadas medições plasmáticas de hormônios nas aves e não houve diferença nos percentuais de gordura abdominal ( $P>0,05$ ). Os resultados de rendimentos obtidos neste experimento são semelhantes aos relatados por Batista (2005), que não encontrou diferenças significativas para rendimento de carcaça, asas, dorso, peito e patas de frangos de corte machos suplementados na ração com 300 ppm de *Saccharomyces cerevisiae* associado à flavonóides: rutina, hesperidina, quercetina e naringina.

#### 4.3. Características de qualidade de carne

Os dados apresentados na Tabela 10 mostram que os tratamentos experimentais não apresentaram diferenças significativas para valores de pH do peito nos diferentes tempos de mensuração.

Tabela 10. Valores médios de pH das amostras de carne de peito dos frangos dos diferentes tratamentos.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	1 h	4 h	Final*
0	6,271	5,973	5,949
250	6,445	5,934	5,903
500	6,300	5,884	5,881
1000	6,370	6,100	5,937
Média	6,346	5,969	5,916
CV, %	4,033	3,127	1,327
P≤	0,4543	0,1085	0,2009

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares. Mensuração feita no descongelamento (7 meses após o armazenamento).

A suplementação de aa + f1 e f2 não influenciou no pH do peito de frango, contudo, numericamente foi verificada tendência de declínio do pH em função do tempo. Segundo Souza (2006), a carne de peito após resolução do



*rigor mortis*, (4 a 6 h *post-mortem*) geralmente apresenta um pH final que varia de 5,7 a 5,9. Uma vez atingido o pH final, este pode ficar inalterado durante algum tempo, apresentando aumento no decorrer da conservação. Como não foram feitas mensurações de pH às 24 horas *post-mortem*, não foi possível estabelecer se as carnes apresentaram valores mais baixos que os obtidos às 4h. Considerando que estes valores permaneceram perto dos registrados neste tempo, é possível afirmar que as carnes apresentaram um comportamento normal e que as aves não foram estressadas o suficiente para apresentar alterações do tipo PSE ou DFD, problemas encontrados com valores de pH acima de 6,2 às 24 horas *post-mortem* ou abaixo de 5,7 nos primeiros 45 min após o abate (Aksit, 2006).

Como mostra a Tabela 11 foram encontradas diferenças significativas para perdas por cocção (perda de peso descongelado), tanto em gramas quanto em porcentagem ( $P \leq 0,0373$ ,  $P \leq 0,0206$ , respectivamente), sendo o tratamento com 1000 g/ton de Biocitro o que apresentou maiores perdas (17%). Estes resultados não têm relação com os valores de pH, pois os maiores valores encontrados para este tratamento às 4h no mesmo tratamento parecem indicar uma diminuição mais lenta desta variável, levando assim as carnes a apresentarem uma maior capacidade de retenção de água.

Souza (2006) afirma que para carne de peito de frangos de corte, os valores de perda de peso por cozimento variam entre 18 a 29%, indicando que os resultados obtidos neste estudo também se encontram nesta faixa.

Tabela 11. Perdas de Peso por Cocção das amostras de carne de peito dos frangos dos diferentes tratamentos

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	PPD <sup>2</sup> , g	PdPD <sup>3</sup> , %	PC <sup>4</sup> , g	PPC <sup>5</sup> , g	PdPC <sup>6</sup> , %
0	41 <sup>ab</sup>	13 <sup>b</sup>	221	61	22
250	38 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>	217	53	19
500	41 <sup>ab</sup>	13 <sup>b</sup>	217	57	21
1000	52 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	199	58	22
Média	42,54	13,58	213,76	57,20	21,09
CV, %	24,135	22,243	8,578	19,382	16,338
P≤	0,0373	0,0206	0,0668	0,3992	0,2974

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

<sup>2</sup>PPD=Perda peso descongelado; <sup>3</sup>PdPD=Perda de peso descongelado; <sup>4</sup>PC=Peso Cozido;

<sup>5</sup>PPC=Perda peso cozido; <sup>6</sup>PdPC=Perda de peso cozido.

Embora fosse suposto encontrar alterações na força de cisalhamento da carne de peito dos animais, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 12). Contudo, resultados obtidos para este parâmetro não têm relação com os obtidos para perda de peso por cocção, pois a textura da carne está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular; assim, quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior será a maciez da carne e menores os valores para força de cisalhamento (Lawrie, 2005). Souza (2006) afirma que para carne de peito os valores de força de cisalhamento estão compreendidos entre 2,50 a 5,00kgf aproximadamente. Os resultados médios obtidos neste estudo variaram de 1,246 a 1,607, assim, os baixos valores encontrados poderiam estar relacionados com a composição química e centesimal do tecido muscular que varia devido a idade, linhagem e genética das aves. Também estes valores estariam relacionados com a função das enzimas catepsinas e, particularmente, calpaínas, implicadas na proteólise post-mortem e enfraquecimento das fibras musculares, colaborando para o amaciamento da carne. Enzimas estas que possivelmente atuaram durante o

tempo de armazenamento das carnes.

Tabela 12. Valores médios de Força de Cisalhamento de Warner-Bratzler das amostras de carne de peito dos frangos dos diferentes tratamentos, kgf.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	FC
0	1,246
250	1,285
500	1,607
1000	1,395
Média	1,383
CV, %	24,069
P≤	0,0901

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de ácido aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Os dados apresentados na Tabela 13 mostram que os tratamentos experimentais não apresentaram diferenças significativas para os valores médios de Cor L\*, a\* e b\*.

Tabela 13. Valores médios de Cor L\* a\* e b\* das amostras de carne de peito dos frangos dos diferentes tratamentos.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	L*	a*	b*
0	44,879	3,397	8,301
250	45,188	3,349	8,692
500	46,027	3,306	8,524
1000	46,836	3,206	8,633
Média	45,704	3,317	8,535
CV, %	4,740	28,105	14,382
P≤	0,2237	0,9718	0,9053

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de aa e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Vários autores têm relacionado a cor da carne com os valores de pH (Yang & Chen, 1993; Fletcher, 1995). Moreira (2005) e Olivo & Olivo (2005) relataram que existe uma relação entre a luminosidade (L\*), o pH e a

capacidade de retenção de água das carnes de peito, sendo que quanto menor o valor de pH maior é o valor de  $L^*$  e menor é a capacidade de retenção de água. Os mesmos autores utilizaram estes critérios para classificar as carnes de peito de frangos 24 horas *post-mortem* em três categorias, segundo o tipo de alterações similares que podem ser encontradas nas carnes de suínos. Valores de  $L^*$  entre 44 a 53 com pH de 5,7 são utilizados para classificar as carnes como normais, valores maiores de  $L^*$  53 e pH abaixo de 5,7 são para carne PSE e valores de  $L^*$  menores de 44 e pH acima de 6,0 são para carnes tipo DFD. Segundo Zapata et al. (2006), o congelamento parece produzir um escurecimento acentuado com diminuição da luminosidade da cor da carne de frango; todavia, os dados encontrados neste experimento permitem classificar as carnes como normais. Quanto aos componentes  $a^*$  e  $b^*$  da cor os valores indicam que as amostras apresentaram uma cor vermelha escura e amarelada devida ao rompimento celular parcial e migração de sangue decorrente do congelamento lento aplicado à carne ou à oxidação do pigmento do tecido muscular, sendo que sua estabilidade depende da espécie animal, das características bioquímicas do músculo e de alguns parâmetros externos (Lyon & Lyon, 2002).

A Tabela 14 mostra os valores médios de TBARS das amostras de sobrecoxa armazenadas sob congelamento. Analisando-se os dados apresentados, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos e é possível que o poder antioxidante do aa e dos flavonóides f1 e f2 mais a baixa temperatura de armazenamento possam ter influenciado no retardo das reações oxidativas. Os resultados médios variaram de 1,062 a 1,678 mg

malonaldeído/kg de amostra. Cogitava-se de uma menor formação de compostos de ranço nas amostras de carne de sobrecoxa dos tratamentos suplementados com aa + f1 e f2. Contudo, os tratamentos com 0 e 500 g/ton apresentaram os menores valores, sendo que nos demais tratamentos a suplementação atuou possivelmente de forma pró-oxidante aumentando os processos oxidativos.

Tabela 14. Valores médios de TBARS (mg malonaldeído/kg de amostra) das amostras de carne de sobrecoxa dos frangos dos diferentes tratamentos.

Tratamentos <sup>1</sup> g/ton	TBARS
0	1,466
250	1,577
500	1,062
1000	1,678
Média	1,440
CV, %	40,099
P <sub>s</sub>	0,1258

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>Conteúdo do produto comercial: 10,0% de ácido ascórbico e 0,7% de f1 + f2 em concentrações similares.

Bou et al. (2001) afirmaram que existe uma relação bem estabelecida entre os valores médios de TBARS e as avaliações sensoris da carne. Galvin et al. (1997) estabeleceram que indivíduos treinados podem ser capazes de detectar “off-flavours” em carnes oxidadas a partir de valores de TBARS entre 0,500 e 2,00 mg malonaldeído/kg de carne; no entanto, o mesmo não pode ser extrapolado para o público consumidor em geral.

## 5. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos e nas condições experimentais utilizadas neste trabalho é possível concluir que:

1. A adição de diferentes concentrações de aa estabilizado com flavonóides cítricos (quercitina e rutina) nas dietas das aves não promoveram efeito significativo para a maioria das variáveis de desempenho analisadas, nem para rendimentos de carcaça e cortes nobres.
2. A utilização de compostos antioxidantes nas dietas das aves não provocaram efeito significativo para as características de qualidade de carne, contudo as carnes das aves suplementadas com 250 g/ton de produto apresentaram as menores perdas de peso por cocção.
3. As variáveis de desempenho avaliadas no presente estudo não foram sensíveis o suficientemente para detectar mudanças fisiológicas causadas pelo estresse por calor nas aves nem o efeito dos diferentes tratamentos.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Dentro deste contexto, observando todas as variáveis analisadas, as respostas obtidas neste estudo seguiram tendências anteriormente apresentadas por vários autores que, utilizando diferentes tipos de estresse por calor e níveis de antioxidantes suplementados na ração ou na água de bebida, não encontraram diferenças no desempenho (Stilborn et al., 1988; Puron & Santamaría, 1994; Mckee et al., 1997; Batista, 2005), rendimento de carcaça (Batista, 2005; Souza, 2006) e algumas características de qualidade de carne (Souza, 2006; Zapata, 2006). Os resultados encontrados no presente estudo apresentaram-se fora do esperado. Este fato pode estar relacionado com a dificuldade, reportada na literatura, para se determinar o grau de estresse térmico nos animais e as variadas respostas que os mesmos apresentam frente à suplementação de aa e outros antioxidantes. Assim, existe a probabilidade das aves terem passado por um processo de aclimação durante o experimento, reduzindo, desta forma, as possibilidades de estarem sofrendo um estresse térmico e isso não afeta características de qualidade de carne. Além disso, a temperatura e a luz provida no período noturno favoreceram o consumo de alimento, diminuindo as probabilidades de verificar-se diferenças entre os tratamentos. Estas possibilidades poderiam ser

confirmadas através da análise de variáveis metabólicas como níveis de corticosteróides, relação Heterofilo/Linfocito ou imunoglobulinas plasmáticas, bem como a suplementação de doses crescentes de aa + f1 e f2 em aves mantidas sob ambiente térmico termoneutro.

Existe pouca literatura disponível sobre o uso conjunto de flavonóides e aa em aves, avaliando condições de estresse térmico e características de qualidade de carne; por isto, vê-se necessário realizar mais estudos e novas pesquisas neste sentido.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKSIT, M.; YALCIN, S.; ÖZKAN, S.; METIN, K.; ÖZDEMİR, D. Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.85, p.1867–1874, 2006.

AL-FATAFTAH, A.R.A.; ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of chronic heat stress on broiler performance in Jordan. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v.6, n.1, p.64-70, 2007.

ANTONGIOVANNI, M.; BUCCIONI, A.; PETACCHI, F.; AGNOLETTI, A. Use of a citrus by-product in broilers diets. **Italian Journal of Animal Science**, Bologna, v.4, n.2, p.501-503, 2005.

BATISTA, S.L. **Flavonóides e mananoligossacarídeos em dietas para frangos de corte**. Botucatu: Unesp, 2005. 54f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

BEECHER, G.R. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. **Journal of Nutrition**, Bethesda, MA, v.133, p.3248-3254, 2003.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista Nutrição**, Campinas, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M.; CARRE, B.; GUILLAUMIN, S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.76, p.857–863, 1997.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; DA SILVA A.V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, set-out, 2003.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, S.A.; MAIORKA, A.; HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). **Poultry Science**, Savoy, IL, v.83, p.1551–1558, 2004.

BOU, R.; GUARDIOLA, F.; GRAU, A.; GRIMPAS, S.; MANISH, A.; BARROETA, A.; CODONY, R.; Influence of dietary fat source, alpha-tocopherol and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.80, p.800-801, 2001.

BRASIL, Ministério de Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Divisão de Normas Técnicas. Portaria n. 210, de 10 de novembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico Sanitária de Carne de Aves. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de nov. de 1998, Seção I, p. 226.

CARVALHO, F.R.; TOLEDO, T.O.; NAGEM, T.J.; STRINGHETA, P.C.; JUNIOR, D.B. Efeitos de naringenina e bixina associados com leite de cabra sobre o metabolismo lipídico de coelhos. **Revista Chilena de Nutrición**, Santiago, v.1, p.177-182, 2004.

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Effect of environmental temperature, dietary protein and energy levels on broiler performance. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.6, n.1, p.1-17, 1997.

CHEN, J.; HAYAT, J.; HUANG, B.; BALNAVE, D.; BRAKE, J. Responses of broilers at moderate or high temperatures to dietary arginine:lysine ratio and source of supplemental methionine activity. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.54, n.1, p.177-181, 2003.

CHRYSTALL, B.B.; CULIOLI, J.; HONIKEL, K.O.; MÖLLER, A.J.; PURSLOW, P.; SCHWÄGELE, F.; SHORTHOSE, R.; UYTTERHAEGEN, L. **Recommendation of reference methods for assessment of meat tenderness**. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 40., 1994, The Hague, Netherland. **Proceedings...** The Hague, 1994. v.40, S-IVB,6, p.1-7

CHURCH, D.C.; POND, W.G. Vitaminas hidrosolubles. In: FUNDAMENTOS de nutrición y alimentación animal. 5ed. Baldeiras, México: [s.n.], 1996. p.253-257.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; TOLEDO, R.S.; ALBINO, L.F.T. Efeito da relação arginina:lisina sobre o desempenho e qualidade de carcaça de frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, em condições de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.2021-2025, 2001.

DALE, N.M.; FULLER, H.L. Effect of ambient temperature and dietary fat of feed preference of broilers. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.57, p.1635-1640, 1978.

DALE, N.M.; FULLER, H.L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. Constant VS Cycling temperatures. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.59 p.1434-1441, 1980.

DA SILVA, F.; FLEMMING, A.F.; FRANCO, J.S. Utilização de diferentes sais na prevenção do estresse calórico de frangos de corte criados em clima quente. **Revista Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.13, p.287-292, 1994.

DA SILVA, V.F. **Bioquímica do tecido animal**. Porto Alegre : Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. Seminário apresentado na disciplina de Bioquímica dos tecidos animais, Gonzáles, F. Material Didático.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Antioxidants properties of phenolic compounds. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.5, n.1, p.33-40, jan-jun, 2004.

DIRAIN, C.P.; WALDROUP P.W. Protein and Amino Acid Needs of Broilers in Warm Weather: A Review 1. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v.1, n.4, p.40-46, 2002.

DOUGLAS, E.; JUNKEIRA, O.M. Enfermidades Nutricionais. In: JUNIOR, A.B.; MACARI, M. **Doença das aves**. Campinas, S.P.: FACTA, 2000. p.432-448.

FELLENBERG, M.A.; SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, UK, v.62, p.53-70, march, 2006.

FLETCHER, D. L. Relationship of breast meat color variation to muscle pH and texture. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.74, (Suppl. 1), p.120, 1995.

FUENTES, M.F.; ZAPATA, J.F.; ESPINDOLA, G.B.; FREITAS, E.R.; SANTOS, M.G.; SOUSA M.F. Sodium bicarbonate supplementation in diets for guinea fowl raised at high environmental temperatures. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.77, p.714-717, 1998.

FURLAN, R.L. **Influência da temperatura na produção de frangos de corte**. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., Chapecó, 2006. **Anais...** Chapecó, 2006. p.104-135.

GALVIN, K.; MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J. Influence of dietary vitamin E and oxidized sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. **British Poultry Science**, Edinburg, UK, v.38, p.499-501, 1997.

GECHA, O.M.; FAGAN, J.M. Protective effect of ascorbic acid on the breakdown of protein exposed of hydrogen peroxide in chicken skeletal muscle. **Journal of Nutrition**, Bethesda, MA, v.12, p.2087-2093, 1992.

HAVSTEEN, B.H. The biochemistry and medical significance of the flavonóides. **Pharmacology & Therapeutics**, Orlando, FL, v.96, p.67-99, 2002.

HOWLIDER, M.A.R.; ROSE, S.P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, UK, v.43, p.228-237, 1987.

JIMENEZ, M.; ORTEGA, C.M.E.; COBOS, P. M.; Herrera, H.J.G.; Díaz, C.A.; Perrusquía, R.G. Estrés oxidativo y el uso de antioxidantes en animales domésticos. **INCI**, Caracas, v.30, n.12, p.728-734. Dec. 2005.

KANASHIRO, A.; POLIZELLO, A.C.M.; LOPES, J.L.C.; LUCISANO-VALIM, Y. M. **Efeito de flavonóides no processo de liberação de radicais de oxigênio por neutrófilos estimulados**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 20., 1997, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, 1997. v.2, p.PN046-PN046.

KLASING; K.C. Vitamins In: COMPARATIVE avian nutrition. New York: [s.n.], 1998. p.316-321.

KOTZE, H.F.; VAN DER WALT, W.H.; ROGERS, G.G.; STRYDOM, N.B. Effects of plasma ascorbic acid levels on heat acclimatization in man. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, MD, v.42, n.5, p.711-716, 1977.

LAWRIE, R.A. A qualidade sensorial da carne. In: CIÊNCIA da carne. 6ed. Porto Alegre : [s.n.], 2005. p.256-268.

LIU, Y. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours post-mortem. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.83, n.1, p.101-108, 2004.

LOHAKARE, J.D.; RYU, M.H.; HAHN, T.W.; LEE, J.K.; CHAE, B.J. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance and immunity of commercial broilers **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, IL, v.14, p.10-19, 2005.

LOPEZ BOTE, C.; OMEGA, G. **Efecto antioxidante del Biocitro sobre la calidad de la carne porcina**. [S.l.] : Provena, 2002. Boletín técnico de nutrición animal.

LYON, B.G.; LYON, C.E. Color of uncooked and cooked broiler leg quarters associated with chilling temperature and holding time. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.81, n.12, p.1916-1920, 2002.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. p.246.

MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia Cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p.17-36.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004, p.137-155.

MARIANO, S. **Antioxidantes biomoleculares en nutrición animal–calidad de la carne con bioflavonoides**. In: II SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO, MERCADO E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS, Florianópolis, 2003. **Anais...** Florianópolis, 2003.

MCKEE, J.S.; HARRISON, P.C. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance of broiler chickens exposed to multiple concurrent stressors. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.74, n.11, p.1772-1785, 1995.

MCKEE, J.S.; HARRISON, P.C.; RISKOWSKI, R.L. Effects of supplemental ascorbic acid on the energy conversion of broiler chicks during heat stress and feed withdrawal. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.76, p.1278-1286, 1997.

MENDES, A.A.; WATKINS; ENGLAND, J.A.; SALEH, E.A.; WALDROUP, A.L.; WALDROUP, L.W. Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.76, p.472–481, 1997.

MIRANDA, M.A. **Efeito de flavonóides sobre a atividade enzimática de fofatases *in vitro* e *in vivo***. Campinas: Unicamp, 2005. Dissertação (Doutorado)-Curso de Pós-graduação em Bioquímica, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

MOREIRA, J. **Causas da ocorrência de carne PSE em frangos de corte e como controlá-las**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS–AVESUI, IV, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005. p. 71-118.

MORENA, G.S.; PÉRES, J.M. Efecto hepatoprotector inducido por el flavonoide astilbina frente a un modelo animal tratado con tetracloruro de carbono. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Ciudad de la Habana, v.4, n.1, ene-abr, 1999.

NARAYANA, K.R.; SRIPAL, R.; CHALUVADI, M.R.; KRISHNA, D.R. Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. **Indian Journal of Pharmacology**, Mumbai, v.33, p.2-16, 2001.

NIJVELDT, R.J.; NOOD, E.; HOORN, D.E.C.; BOELEN, P.G.; NORREN, K.; LEEUWEN, P.A.M. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications, **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v.74, p.418-25, 2001.

OLIVO, R.; OLIVO, N. Atualidades na qualidade da carne de aves. In: O MUNDO das carnes. 2. ed. Criciúma : [s.n.], 2005. p.99-110.

PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P.; BRAKE, J. Role of ascorbic acid in chicks exposed to high environmental temperature. **Journal of Applied Physiology**,

Bethesda, v.58, n.9, p.1511-1516, 1985.

PETERSON, J.; DWYER, J. Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. **Nutrition Research**, Orlando, FL, v.18, n.12, p.1995-2018, 1998.

PURON, D.; SANTAMARIA, R. Effects of sodium bicarbonate, on broiler performance in a acetylsalicylic, and ascorbic acid tropical environment. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, IL, v.3, p.141-145, 1994.

PUTHPONGSIRIPOM, U.; SCHEIDELER, S.E.; SELL, J.L.; BECK, M.M. Effects of vitamin E and C supplementation on performance, *in vitro* lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.80, p.1190-1200, 2001.

RABABAH, T.; HETTIARACHCHY, N.S.; HORAX, R.; CHO, M.J.; DAVIS, J.; DICKSON, J. Thiobarbituric acid reactive substances and volatile compounds in chicken breast meat infused with plant extracts and subjected to electron beam irradiation. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.85, p.1107-1113, 2006.

REQUENA, F.; LEÓN, A.; OLIVEROS, I.; SAUME, E.; Efectos del calor en la producción avícola en el trópico. **Revista Digital CENIAP HOY**, Caracas, n.12 septiembre-diciembre, 2006.

RODRIGUEZ, E. Homeotermia In: CONFORTO térmico das construções. 2002. Disponível em: <[www.ufrj.br/institutos/it/dau/profs/edmundocap%EDtulo3-Homeotermia.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/it/dau/profs/edmundocap%EDtulo3-Homeotermia.pdf)> Acesso em: 15 janeiro 2008.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 2.ed. Visoça, MG : [s.n.], 2005.

RYDER, A.A.; FEDDES, J.J.R.; ZUIDHOF, M.J. Field study to relate heat stress index to broiler performance. **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, IL, v.13, p.493-499, 2004.

SAS Institute. **SAS User's guide: Statistics**. Version 8.0 Edition. Cary, NC, 2001.

SAHIN, K.; ONDERCI, M.; SAHIN, N.; GURSU, M.F.; KUCUK, O. Dietary vitamin C and folic acid supplementation ameliorates the detrimental effects of heat stress in japanese quail. **Journal of Nutrition**, Bethesda, MA, v.133, p.1882-1886, June 2003.

SIEGEL, H.S. Stress, strains and resistance. **British Poultry Science**, Edinburg, UK, v.36, p.3-22, 1995.

SILVA, R.D.M.; MENTEN, J.F.M.; CARDOSO, M.K.; GHIRARDI, G.G. Vitamin C supplementation associated to floor space on broiler performance. **Sciencia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.490-497, out-dez, 1993.

SILVA, R.R.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J.; LEÃO, M.A. Effect of flavonoids on the arachidonic acid metabolism. **Medicina**, Ribeirão Preto, v.35, p.127-133, apr-jun, 2002.

SOUZA, H.B.A. **Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AVESUI, 5., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006. p. 91-96.

STILBORN, H.L.; HARRIS, G.C.; POTTJE W.G.; WALDROUP, P.W. Ascorbic acid and acetylsalicylic acid (aspirin) in the diets for broilers maintained under heat stress conditions. **Poultry Science**, Champaign, IL, v.67, n.8, p.1183-1187, 1988.

TARLAGDIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation methodology for the quantitation, determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of American Oil Chemist's Society**, Champaign, v.37, p.44-48, 1960.

THAXTON, J.P.; SIEGEL, H.S. Immunodepression in young chickens by high environmental temperature. **Poultry Science**, Champaign, v.49, n.1, p.202-205, 1970.

TIEPPO, J.; VERCELINO, R.; DIAS A.S.; SILVA VAZ, M.S.; SILVEIRA T.R.; MARRONI, C.A.; MARRONI N.P.; HENRIQUES J.A.P.; PICADA J.N. Evaluation of the protective effects of quercetin in the hepatopulmonary syndrome. **Food and Chemical Toxicology**, Orlando, FL, v.45, p.1140-1146, 2007.

TOLEDO DE O.T.; NAGEM, T.J.; MATOS L.; ARAÚJO A.L.; QUEIROGA DE L, E.; REGINA DA SILVA, R.; SILVA, E.; FERREIRA JR, D.B. Effects of different rutin dosages on chloride, calcium and phosphorus levels serum of rabbits. **Revista Chilena de Nutrición**, Santiago, v.30, n.3, Dic, 2003.

VARGAS, J.G. Produção de aves em climas quentes In: SERRANA nutrição animal. 2007. (Boletim técnico,78) Disponível em: [www.serrana.com.br/nutricaoanimal/boletimtecnicointegra.asp?id=159](http://www.serrana.com.br/nutricaoanimal/boletimtecnicointegra.asp?id=159). Acesso em: 23 set. 2007.

VATHANA, S.; KANG, K.; LOAN, C. P.; THINGGAARD, G.; KABASA, J. D.; TER MEULEN, U. **Effect of vitamin C supplementation on performance of broiler chickens in Cambodia**. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2002, Deutscher Tropentag. **Proceedings...** Witzhausen, 2002. p.72-78.

WIERNUSZ, C. **Terapias nutricionales para optimizar la producción avícola durante periodos de altas temperaturas y humedades**. 1999. (Boletín

técnico, v.6, n.2) Una publicación de Cobb Vantress- Incorporato. Disponível em: <<http://www.cobb-vantress.com/Publications/documents>>. Acesso em: 12 outubro 2007

WHITEHEAD, C.C., KELLER, T. An update on ascorbic acid in poultry. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, The Netherlands, v.59, p.161-184, 2003.

WHILING, T.S., ANDREWS, L.D.; SLAMPS, L. Effects of sodium bicarbonate and potassium chloride drinking water supplementation. **Poultry Science**, Champaign, IL, v.70, n.53-59, 1991.

YANG, C.C.; CHEN, T.C. Effects of refrigerated storage, pH adjustment, and marinade on color of raw and microwave cooked chicken meat. **Poultry Science**, Champaign, IL v.72, p.355-62, 1993.

YAO, P.; NUSSLER, A.; LIU, L.; HAO, L.; SONG, F.; SCHIRMEIER, A.; NUSSLER, N. Quercetin protects human hepatocytes from ethanol-derived oxidative stress by inducing heme oxygenase-1 via the MAPK/Nrf2 pathways. **Journal of Hepatology**, England, UK, v.47, p.253-261, 2007.

YOUNG, J.G.; STAGSTED, J.; JENSEN, S.K.; KARLSSON, A.H.; HENCKEL, P. Ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. **Poultry Science**, Savoy, IL, v.82, p.1343-1351, 2003.

ZAPATA, J.F.F.; DE ANDRADE, A.A.; ASSUNÇÃO, G.M.; BARRETO, S.C.S.; ABREU, V.K.G. preliminary evaluation of the effect of frozen storage on the quality of breast meat from two genetic groups of chickens. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.9, n.3, p.185-191, jul-set, 2006.



## **8. APÊNDICES**

Apêndice 1. Temperaturas registradas durante o experimento.

Dia	Datas	Temperatura, °C		
		Ideal	Máxima	Mínima
0	19/3/2007	32	32	26
1	20/3/2007	32	32	30
2	21/3/2007	31	31	29
3	22/3/2007	31	31	29
4	23/3/2007	30	31	29
5	24/3/2007	30	30	29
6	25/3/2007	29	29	27
7	26/3/2007	29	30	28
8	27/3/2007	28	31	28
9	28/3/2007	28	31	27
10	29/3/2007	27	29	26
11	30/3/2007	27	28	27
12	31/3/2007	26	29	26
13	1/4/2007	26	27	25
14	2/4/2007	25	32	24
15	3/4/2007	25	32	23
16	4/4/2007	24	32	24
17	5/4/2007	24	32	24
18	6/4/2007	23	32	22
19	7/4/2007	23	32	22
20	8/4/2007	22	32	22
21	9/4/2007	22	32	22
22	10/4/2007	22	32	22
23	11/4/2007	22	32	22
24	12/4/2007	22	32	23
25	13/4/2007	22	32	21
26	14/4/2007	22	32	22
27	15/4/2007	22	32	24
28	16/4/2007	22	32	22
29	17/4/2007	22	32	22
30	18/4/2007	22	32	22
31	19/4/2007	22	32	22
32	20/4/2007	22	32	22

Apêndice 2. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00064609	0,00016152	1,27	0,3008
Biocitro	3	0,00042344	0,00014115	1,11	0,3583
Erro	32	0,00405855	0,00012683		
Total	39	0,00512808			

CV,%=6,918

Apêndice 3. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00153075	0,00038296	1,59	0,2006
Biocitro	3	0,00050114	0,00016705	0,69	0,5622
Erro	32	0,00769678	0,00024052		
Total	39	0,00972867			

CV,%=3,594

Apêndice 4. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00310631	0,00077658	1,12	0,3657
Biocitro	3	0,00037008	0,00012336	0,18	0,9109
Error	32	0,02224484	0,00069515		
Total	39	0,02572122			

CV,%=3,428

Apêndice 5. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00043122	0,00010780	0,03	0,9978
Biocitro	3	0,00378771	0,00126257	0,39	0,7619
Error	32	0,10393422	0,00324794		
Total	39	0,10815315			

CV,%=4,359

Apêndice 6. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso vivo de frangos de corte fêmeas de 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00571580	0,00142895	0,43	0,7888
Biocitro	3	0,00633440	0,00211147	0,63	0,6014
Error	32	0,10735447	0,00335483		
Total	39	0,11940467			

CV,%=3,567

Apêndice 7. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00053009	0,00013252	1,06	0,3941
Biocitro	3	0,00043993	0,00014664	1,17	0,3370
Error	32	0,00401553	0,00012549		
Total	39	0,00498555			

CV,%=9,456

Apêndice 8. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00037280	0,00009320	0,88	0,4843
Biocitro	3	0,00018583	0,00006194	0,59	0,6274
Error	32	0,00337177	0,00010537		
Total	39	0,00393039			

CV,%=3,820

Apêndice 9. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00104028	0,00026007	1,10	0,3723
Biocitro	3	0,00019929	0,00006643	0,28	0,8382
Error	32	0,00754764	0,00023586		
Total	39	0,00878721			

CV,%=4,549

Apêndice 10. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00275659	0,00068915	0,99	0,4290
Biocitro	3	0,00039120	0,00013040	0,19	0,9047
Error	32	0,02236090	0,00069878		
Total	39	0,02550869			

CV,%=3,647

Apêndice 11. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00294656	0,00073664	0,40	0,8100
Biocitro	3	0,00252216	0,00084072	0,45	0,7177
Error	32	0,05952781	0,00186024		
Total	39	0,06499652			

CV,%=8,011

Apêndice 12. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00513609	0,00128402	4,44	0,0057
Biocitro	3	0,00073695	0,00024565	0,85	0,4770
Error	32	0,00924962	0,00028905		
Total	39	0,01512267			

CV,%=5,372

Apêndice 13. Análise do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00534245	0,00133561	0,39	0,8111
Biocitro	3	0,00657752	0,00219251	0,65	0,5903
Error	32	0,10834980	0,00338593		
Total	39	0,12026977			

CV,%=3,683

Apêndice 14. Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00019082	0,00004771	0,69	0,6025
Biocitro	3	0,00040979	0,00013660	1,98	0,1362
Error	32	0,00220382	0,00006887		
Total	39	0,00280443			

CV,%=6,074

Apêndice 15 Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00046200	0,00011550	0,80	0,5361
Biocitro	3	0,00004200	0,00001400	0,10	0,9614
Error	32	0,00463845	0,00014495		
Total	39	0,00514246			

CV,%=3,397

Apêndice 16. Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00053808	0,00013452	0,41	0,7973
Biocitro	3	0,00035111	0,00011704	0,36	0,7821
Error	32	0,01039838	0,00032495		
Total	39	0,01128757			

CV,%=3,666

Apêndice 17. Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00192159	0,00048040	0,50	0,7381
Biocitro	3	0,00065912	0,00021971	0,23	0,8767
Error	32	0,03093673	0,00096677		
Total	39	0,03351745			

CV,%=3,164

Apêndice 18. Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,02225174	0,00556293	1,87	0,1392
Biocitro	3	0,00090341	0,00030114	0,10	0,9586
Error	32	0,09500210	0,00296882		
Total	39	0,11815725			

CV,%=5,792

Apêndice 19. Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00331747	0,00082937	1,10	0,3736
Biocitro	3	0,00259757	0,00086586	1,15	0,3447
Error	32	0,02413134	0,00075410		
Total	39	0,03004639			

CV,%=5,070

Apêndice 20. Análise do efeito dos tratamentos sobre o consumo de ração de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,03788469	0,00947117	1,37	0,2676
Biocitro	3	0,00362435	0,00120812	0,17	0,9130
Error	32	0,22187457	0,00693358		
Total	39	0,26338361			

CV,%=3,390

Apêndice 21. Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,01165660	0,00291415	1,15	0,3499
Biocitro	3	0,04882953	0,01627651	6,44	0,0016
Error	32	0,08090539	0,00252829		
Total	39	0,14139152			

CV,%=4,346

Apêndice 22. Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00610883	0,00152721	0,88	0,4858
Biocitro	3	0,00315734	0,00105245	0,61	0,6149
Error	32	0,05542035	0,00173189		
Total	39	0,06468653			

CV,%=3,153

Apêndice 23. Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00738564	0,00184641	1,64	0,1889
Biocitro	3	0,00322904	0,00107635	0,95	0,4260
Error	32	0,03607764	0,00112743		
Total	39	0,04669233			

CV,%=2,304

Apêndice 24. Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00295711	0,00073928	1,69	0,1761
Biocitro	3	0,00098910	0,00032970	0,75	0,5279
Error	32	0,01398168	0,00043693		
Total	39	0,01792789			

CV,%=1,542

Apêndice 25. Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,10107253	0,02526813	1,13	0,3612
Biocitro	3	0,03774761	0,01258254	0,56	0,6445
Error	32	0,71748625	0,02242145		
Total	39	0,85630639			

CV,%=8,531



Apêndice 26. Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,08061187	0,02015297	2,41	0,0695
Biocitro	3	0,01294755	0,00431585	0,52	0,6739
Error	32	0,26742166	0,00835693		
Total	39	0,36098109			

CV,%=5,330

Apêndice 27. Análise do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00834390	0,00208597	1,54	0,2141
Biocitro	3	0,00446133	0,00148711	1,10	0,3641
Error	32	0,04333088	0,00135409		
Total	39	0,05613611			

CV,%=2,365

Apêndice 28. Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	-----	-----	-----	-----
Biocitro	3	-----	-----	-----	-----
Error	32	-----	-----		
Total	39	-----			

CV,%= -----

Apêndice 29. Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 7 a 14 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,01482431	0,00370608	0,83	0,5176
Biocitro	3	0,00583890	0,00194630	0,43	0,7298
Error	32	0,14334182	0,00447943		
Total	39	0,16400503			

CV,%=27,089

Apêndice 30. Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 14 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,00945703	0,00236426	0,92	0,4655
Biocitro	3	0,00540402	0,00180134	0,70	0,5593
Error	32	0,08241123	0,00257535		
Total	39	0,09727228			

CV,%=21,134

Apêndice 31. Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 1 a 20 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,02993471	0,00748368	1,26	0,3041
Biocitro	3	0,01124291	0,00374764	0,63	0,5989
Error	32	0,18931068	0,00591596		
Total	39	0,23048831			

CV,%=29,189

Apêndice 32. Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 20 a 28 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,10299291	0,02574823	0,73	0,5813
Biocitro	3	0,07147013	0,02382338	0,67	0,5761
Error	32	1,13618530	0,03550579		
Total	39	1,31064835			

CV,%=52,598

Apêndice 33. Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 28 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,01871791	0,00467948	1,50	0,2262
Biocitro	3	0,00395444	0,00131815	0,42	0,7386
Error	32	0,09998501	0,00312453		
Total	39	0,12265736			

CV,%=23,403

Apêndice 34. Análise do efeito dos tratamentos sobre o índice de mortalidade transformada para arco-seno de frangos de corte fêmeas de 1 a 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,20352814	0,05088204	1,35	0,2741
Biocitro	3	0,03380451	0,01126817	0,30	0,8263
Error	32	1,20872625	0,03777270		
Total	39	1.44605890			

CV,%=48,347

Apêndice 35. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	1,34129424	0,33532356	0,16	0,9575
Biocitro	3	3,00071268	1,00023756	0,47	0,7027
Error	32	67,55539117	2,11110597		
Total	39	71,89739810			

CV,%=1,885

Apêndice 36. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de gordura abdominal de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,07612855	0,01903214	0,58	0,6763
Biocitro	3	0,11212669	0,03737556	1,15	0,3450
Error	32	1,04235306	0,03257353		
Total	39	1,23060831			

CV,%=11,127

Apêndice 37. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de dorso de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	3,02392669	0,75598167	2,40	0,0708
Biocitro	3	0,24250136	0,08083379	0,26	0,8563
Error	32	10,09395965	0,31543624		
Total	39	13,36038770			

CV,%=2,384

Apêndice 38. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de peito de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,58825403	0,14706351	0,42	0,7934
Biocitro	3	1,35112181	0,45037394	1,28	0,2965
Error	32	11,22255965	0,35070499		
Total	39	13,16193549			

CV,%=2,436

Apêndice 39. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de filezinho de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	3,14649146	0,78662287	1,00	0,4222
Biocitro	3	2,27398752	0,75799584	0,96	0,4221
Error	32	25,18520229	0,78703757		
Total	39	30,60568127			

CV,%=17,698

Apêndice 40. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de coxa de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,20165722	0,05041431	0,54	0,7082
Biocitro	3	0,66828235	0,22276078	2,38	0,0879
Error	32	2,99336555	0,09354267		
Total	39	3,86330512			

CV,%=2,350

Apêndice 41. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de sobrecoxa de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	1,17944891	0,29486223	0,96	0,4403
Biocitro	3	0,64844391	0,21614797	0,71	0,5549
Error	32	9,78227142	0,30569598		
Total	39	11,61016424			

CV,%=2,895

Apêndice 42. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de coxa e sobrecoxa de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,86290754	0,21572688	0,43	0,7854
Biocitro	3	1,03734876	0,34578292	0,69	0,5647
Error	32	16,03203717	0,50100116		
Total	39	17,93229347			

CV,%=2,204

Apêndice 43. Análise do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de asas de frangos de corte fêmeas aos 32 dias de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,26399824	0,06599956	0,64	0,6396
Biocitro	3	0,13584726	0,04528242	0,44	0,7278
Error	32	3,31351539	0,10354736		
Total	39	3,71336090			

CV,%=2,687

Apêndice 44. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (1 h) das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,19213000	0,04803250	0,73	0,5764
Biocitro	3	0,17611143	0,05870381	0,90	0,4543
Error	31	2,03121000	0,06552290		
Total	38	2,40394359			

CV,%=4,033

Apêndice 45. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (4 h) das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,27041281	0,06760320	1,94	0,1287
Biocitro	3	0,22956924	0,07652308	2,20	0,1085
Error	31	1,08067719	0,03486055		
Total	38	1,59018974			

CV,%=3,127

Apêndice 46. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (final) das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,01747195	0,00436799	0,71	0,5928
Biocitro	3	0,03031588	0,01010529	1,64	0,2009
Error	31	0,19131805	0,00617155		
Total	38	0,23743077			

CV,%=1,327

Apêndice 47. Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de peso das amostras de carne de peito descongeladas de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	915,034733	228,758683	1,85	0,1444
Biocitro	3	1182,360803	394,120268	3,19	0,0373
Error	31	3832,909322	123,642236		
Total	38	5935,579697			

CV,%=24,135

Apêndice 48. Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de peso, em porcentagem, das amostras de carne de peito descongeladas de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	79,6697895	19,9174474	1,70	0,1763
Biocitro	3	132,5388272	44,1796091	3,76	0,0206
Error	31	364,2690257	11,7506137		
Total	38	577,1924917			

CV,%=22,243

Apêndice 49. Análise do efeito dos tratamentos sobre o peso das amostras de carne cozidas de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	1510,555975	377,638994	1,12	0,3635
Biocitro	3	2664,274561	888,091520	2,64	0,0668
Error	31	10422,48116	336,20907		
Total	38	14669,10996			

CV,%=8,578

Apêndice 50. Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de peso das amostras de carne cozidas de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	1207,427537	301,856884	2,46	0,0664
Biocitro	3	374,451894	124,817298	1,02	0,3992
Error	31	3810,709549	122,926114		
Total	38	5394,287190			

CV,%=19,382

Apêndice 51. Análise do efeito dos tratamentos sobre a perda de peso, em porcentagem, das amostras de carne cozidas de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	155,0973489	38,7743372	3,26	0,0241
Biocitro	3	45,7635495	15,2545165	1,28	0,2973
Error	31	368,3576135	11,8825037		
Total	38	570,9801912			

CV,%=16,338

Apêndice 52. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios da força de cisalhamento, em porcentagem, das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,46111580	0,11527895	1,04	0,4024
Biocitro	3	0,78612794	0,26204265	2,36	0,0901
Error	31	3,43550318	0,11082268		
Total	38	4,68420921			

CV,%=24,069

Apêndice 53. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de L\* das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	12,39819168	3,09954792	0,66	0,6242
Biocitro	3	21,68793267	7,22931089	1,54	0,2237
Error	31	145,5016905	4,6936029		
Total	38	179,9357436			

CV,%=4,704

Apêndice 54. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de a\* das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,12726570	0,03181643	0,04	0,9973
Biocitro	3	0,20146320	0,06715440	0,08	0,9718
Error	31	26,95007430	0,86935724		
Total	38	27,26234359			

CV,%=28,105

Apêndice 55. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de b\* das amostras de carne de peito de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	9,35980008	2,33995002	1,55	0,2115
Biocitro	3	0,83981544	0,27993848	0,19	0,9053
Error	31	46,71348992	1,50688677		
Total	38	56,95557436			

CV,%=14,382

Apêndice 56. Análise do efeito dos tratamentos sobre os valores médios de TBARS das amostras de carne de sobrecoxa de frangos de corte fêmeas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Bloco	4	0,66809397	0,16702349	0,50	0,7352
Biocitro	3	2,06069329	0,68689776	2,06	0,1258
Error	31	10,33600492	0,33341951		
Total	38	13,14100000			

CV,%=40,099