



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Tecnologia de Alimentos

200206350

Efeito da suplementação de vitamina E na ração sobre a estabilidade da cor em apresentado de sobrecoxas de peru

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Marco Antônio Neves**, aprovada pela Comissão Julgadora em 10 de dezembro de 2001.

Marco Antônio Neves
Engenheiro de Alimentos

Campinas, 10 de dezembro de 2001


Prof. Dr. Pedro E. de Felício
Presidente da Banca

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

Campinas / SP
2001

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	TI UNICAMP
	N414e
V.	47534
P.	837102
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PRECOS	R\$ 11,00
DATA	06-02-02
N.º CPU	

CM00163060-1

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

N414e Neves, Marco Antônio
Efeito da suplementação de vitamina E em ração sobre a estabilidade da cor em apresuntado de sobrecoxas de peru / Marco Antônio Neves. – Campinas, SP: [s.n.], 2001.

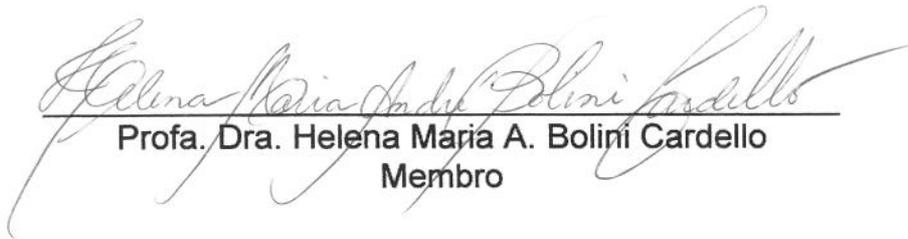
Orientador: Pedro Eduardo de Felício
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Sobrecoxas. 2.Peru. 3.Vitamina E. 3⁴.Cor.
54.Presunto. I.Felício, Pedro Eduardo de. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Orientador



Profa. Dra. Helena Maria A. Bolini Cardello
Membro



Profa. Dra. Neura Bragagnolo
Membro

Profa. Dra. Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves
Membro

Senhor Deus, eu Te agradeço,
por ter plantado a semente deste trabalho em meu coração,
por ter me dado a capacidade e a oportunidade de realiza-lo,
pela compreensão da Eliana, esposa amada,
pela paciência dos filhos queridos Natália, Vinícius e Thiago,
pelas orações dos irmãos,
pela orientação e amizade do Pedro,
pelo apoio da Sadia, empresa onde Tu me colocaste,
por todas as pessoas que ajudaram a tornar a meta em fato,
pelo incentivo dos amigos, que fazem as coisas mais claras,
pelo ceticismo de alguns, que fazem a vitória mais doce,
por tudo, enfim, Te agradeço Senhor,
e dedico esta semente germinada para Tua glória.
Amém.

“Por isso nunca ficamos desanimados. Mesmo que o nosso corpo vá se gastando, o nosso espírito vai se renovando dia a dia. E essa pequena e passageira aflição que sofreremos vai nos trazer uma glória enorme e eterna, muito maior do que o sofrimento. Porque nós não prestamos atenção nas coisas que se vêem, mas nas que não se vêem. Pois o que pode ser visto dura apenas um pouco, mas o que não pode ser visto dura para sempre”.

2Co 4:16-18

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
SUMARY	xii
1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	4
2.1 Mioglobina e formação de cor em produtos cárneos	4
2.2 Estabilidade da cor e oxidação	7
2.3 Oxidação e vitamina E	10
3. Material e Métodos	14
3.1 Obtenção da matéria-prima cárnea	14
3.1.1 Criação das aves	14
3.1.2 Abate das aves e estocagem da carne	14
3.2 Elaboração do apesuntado de sobrecoxas de peru	16
3.2.1 Formulação utilizada	16
3.2.2 Processamento e estocagem do produto	17
3.3 Análises de estabilidade de cor	17
3.3.1 Preparo das amostras para análise	17
3.3.2 Análise sensorial: Teste de diferença do padrão	18
3.3.2.1 Treinamento da equipe	18
3.3.2.2 Realização do teste de diferença do padrão .	19
3.3.3 Análise sensorial: Teste de ordenação	19
3.3.4 Análise objetiva de cor	19
3.4 Análises físico-químicas	21
3.4.1 Análise de α -tocoferol	21
3.4.2 Outras análises físico-químicas	22
3.5 Análises microbiológicas	22
3.6 Análise estatística dos dados	23

3.7 Delineamento experimental	24
3.7.1 Preparo das rações	25
3.7.2 Aplicação dos tratamentos na alimentação	25
4. Resultados e discussão	26
4.1 Teor de α -tocoferol nas rações	26
4.2 Teor de α -tocoferol na carne	28
4.3 Teor de α -tocoferol nos produtos	32
4.4 Análises físico-químicas e microbiológicas	34
4.5 Estabilidade da cor – Efeito do tempo de exposição sobre a cor de fatias dentro de um mesmo tratamento	37
4.5.1 Análise objetiva de cor (L^* , a^* , b^*)	37
4.5.2 Análise sensorial de cor: Diferença do padrão	41
4.6 Estabilidade da cor – Comparação entre tratamentos	46
5. Conclusão	50
6. Referências bibliográficas	51

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Mudanças na mioglobina durante desenvolvimento de pigmento em carnes curadas (HEDRICK et al., 1994).. 5
- FIGURA 2 - Percentual do total de pigmentos heme combinados com óxido nítrico e valores de Gardner a/b (a=vermelho, b=amarelo) durante processo de cozimento do presunto de peru (ACTON et al., 1979).. 6
- FIGURA 3 - Influência do tempo de exposição à luz, em temperatura de 1,7°C, sobre os pigmentos de presunto suíno cozido (MANDIGO & KUNERT, 1973)... 8
- FIGURA 4 - Sobrecoxas de peru desossadas e sem pele 15
- FIGURA 5 - Variação de cor em fatias de apresuntado de peru, expostas à luz e oxigênio, medida através de análise objetiva de cor e expressa como valores de a^*/b^* 43
- FIGURA 6 - Variação de cor em fatias de apresuntado de peru, expostas à luz e oxigênio, medida através de análise sensorial e expressa em nota de diferença do padrão 43
- FIGURA 7 - Correlação entre medida sensorial (Diferença do Padrão) e objetiva de cor (a^*) 45
- FIGURA 8 - Correlação entre medida sensorial (Diferença do Padrão) e objetiva de cor (a^*/b^*) 45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Formulação de carne e ingredientes empregados na elaboração de apresuntado de sobrecoxas de peru ...	16
TABELA 2 - Níveis de adição de α -tocoferol nas três rações elaboradas para alimentação das aves	24
TABELA 3 - Planejamento experimental com cinco tratamentos e três rações, ao longo das últimas três semanas pré-abate, para perus abatidos ao final da 18 ^a semana de idade	24
TABELA 4 - Casualização na distribuição dos tratamentos pelos 60 boxes, alojando-se 8 aves por Box	25
TABELA 5 - Teores calculados e analisados de α -tocoferol nas rações	26
TABELA 6 - Estimativa da ingestão de α -tocoferol total e semanal ao longo de três semanas de tratamento	27
TABELA 7 - Teor de α -tocoferol nas sobrecoxas obtidas das aves dos diferentes tratamentos	29
TABELA 8 - Teor de α -tocoferol nos produtos curados e cozidos dos diferentes tratamentos	32
TABELA 9 - Comparação dos teores de α -tocoferol nas sobrecoxas cruas e produtos cozidos	33
TABELA 10 - Resultados das análises de proteína, gordura, umidade e pH na carne de peru descongelada	34
TABELA 11 - Resultados das contagens microbiológicas na carne de peru descongelada	34
TABELA 12 - Resultados das análises de proteína, gordura, umidade, pH, peróxido e nitrito residual nos apresuntados de peru após cozimento e estocagem refrigerada a 5°C por uma semana	35

TABELA 13 - Contagens microbiológicas nos apresuntados de peru após cozimento e estocagem refrigerada a 5°C por uma semana	36
TABELA 14 - Comparação dos valores de L*, a* e b*, dentro de cada tratamento, nos diferentes tempos de exposição	37
TABELA 15 - Variação da cor, dentro de cada tratamento, nos diferentes tempos de exposição, expressa como ΔE e pela relação a*/b*	39
TABELA 16 - Comparação das notas de diferença do padrão, dentro de cada tratamento, para os diferentes tempos de exposição	41
TABELA 17 - Comparação da variação da cor entre os tratamentos, para cada tempo de exposição, utilizando medidas de análises de cor objetiva e sensorial	46
TABELA 18 - Ordenação do grau de oxidação dos tratamentos aos 60 e 120 minutos de exposição	47

RESUMO

Produtos de peru como presuntos e apresuntados, elaborados com sobrecoxas, são bem aceitos como alternativa a produtos tradicionais de carne suína. No entanto, a tendência de aves em depositar ácidos graxos insaturados e a natural dificuldade de perus em absorver e acumular vitamina E (α -tocoferol) em seus tecidos, tornam os produtos a base de carne de peru particularmente susceptíveis à oxidação de gorduras e pigmentos. O objetivo deste estudo foi investigar o efeito de diferentes níveis de suplementação de α -tocoferol na ração de perus sobre a estabilidade de cor de produto de peru tipo apresuntado.

Quatrocentos e oitenta perus de um dia foram criados até a idade de 15 semanas utilizando ração basal padrão contendo 20 mg de α -tocoferil acetato por kg de ração. As aves foram, então, aleatoriamente divididas em cinco grupos e alimentadas com diferentes níveis de α -tocoferil acetato, ao longo de 3 semanas, num total de cinco tratamentos: T1, 20 mg/kg de ração por 3 semanas (controle); T2, 100 mg/kg de ração por 3 semanas; T3, 200 mg/kg de ração por 3 semanas; T4, 20 mg/kg de ração por 1 semana e 200 mg/kg de ração por 2 semanas; T5, 20 mg/kg de ração por 2 semanas e 200 mg/kg de ração por 1 semana. Todas as aves foram abatidas com idade de 18 semanas. A carne de sobrecoxas foi utilizada para elaborar apresuntados de peru.

Os produtos de peru foram fatiados (1mm), embalados com filme de PVC (8000 – 12000 $\text{cm}^3\text{O}_2/\text{m}^2/\text{dia}/\text{atm}$) e expostos sob condições de refrigeração (10°C) e iluminação (1800 lux) por 120 minutos. Nos tempos de exposição de zero, 60 e 120 minutos as fatias foram analisadas para determinação de cor utilizando-se métodos sensoriais e um colorímetro Minolta (CIE L^* , a^* , b^*).

As concentrações de α -tocoferol nas sobrecoxas e apresuntados obtidos de T3 e T4 apresentaram valores maiores ($p < 0,05$) que a dos outros tratamentos. O tratamento T5 resultou em concentração maior ($p < 0,05$) nas sobrecoxas que o observado para o tratamento T1, mas nenhuma diferença ($P > 0,05$) foi observada entre os apresuntados dos dois tratamentos. Sobrecoxas e apresuntados obtidos de T1 e T2 não apresentaram diferença ($P > 0,05$) na concentração de α -tocoferol.

Comparando-se os resultados das análises de cor, dentro de cada tratamento, observou-se que as médias das notas sensoriais apresentaram diferenças ($P < 0,05$) entre os três tempos de exposição indicando descoloração em todos os grupos. Os valores de a^* e a^*/b^* apresentaram correlação relativamente alta com as notas sensoriais ($r = -0,70$ e $r = -0,79$ respectivamente).

Considerando-se cada tempo de exposição, a comparação entre os tratamentos não mostrou diferença ($P > 0,05$) entre as médias das notas obtidas na análise sensorial. Também, nenhuma diferença ($P > 0,05$) foi observada entre os tratamentos com maior suplementação de α -tocoferol (T3 e T4) e o controle para os valores de a^* e a^*/b^* nos tempos de exposição de 60 e 120 minutos.

O efeito da suplementação de vitamina E na alimentação das aves, visando aumentar a estabilidade de cor em apresuntado de peru, não foi confirmado por análises sensoriais e objetivas para os níveis de suplementação e condições de exposição utilizadas neste trabalho.

Summary

Turkey ham and other turkey products, made from boneless, skinless turkey thigh meat, have competed well with traditional pork products. However, the tendency of birds to deposit highly unsaturated fat and the low capacity of turkeys to store the natural vitamin E (α -tocopherol) in their tissues, turn turkey products especially susceptible to rancidity and related discoloration. The objective of this study was to investigate the effects of various levels of dietary α -tocopherol on the colour stability of sliced ham-type turkey product.

Four hundred eighty day-old turkey chicks were raised to 15 weeks of age using basal feed containing 20 mg of α -tocopheril acetate per kg feed. Then the turkeys were randomly divided into five dietary groups for 3 weeks and fed diets supplemented with different levels of α -tocopheryl acetate in five treatments: T1, 20 mg/kg feed for 3 weeks (control); T2, 100 mg/kg feed for 3 weeks; T3, 200 mg/kg feed for 3 weeks; T4, 20 mg/kg feed for 1 week and 200 mg/kg feed for 2 weeks; T5, 20 mg/kg feed for 2 weeks and 200 mg/kg feed for 1 week. All turkeys were slaughtered at 18 weeks of age. Thigh meat from control and treatment groups was used to manufacture reformed cooked turkey ham. Turkey products were sliced (1 mm thick), packaged in overwrap packaging (8000 – 12000 $\text{cm}^3\text{O}_2/\text{m}^2/\text{day}/\text{atm}$) and displayed under refrigerated (10°C) illuminated (1800 lux) conditions for 120 minutes. Samples were analyzed for colour using sensorial methods and a Minolta colorimeter (color expressed as L^* , a^* , b^* values) in display time of zero, 60 and 120 minutes.

The α -tocopherol concentrations for fresh thighs and reformed cooked turkey hams T3 and T4 were greater ($p < 0.05$) than those from turkeys of the others diet groups. Thighs from T5 showed α -tocopherol concentration greater ($p < 0.05$) than that from T1, but no differences ($P > 0.05$) were found in the α -tocopherol concentrations for the cooked products from these two diet groups. Fresh thighs and reformed cooked turkey ham from T2 and those from T1 showed no difference ($P > 0.05$) in α -tocopherol concentrations.

Sensorial notes average showed significant differences ($P < 0.05$) between the three measure times within each group. The a^* values and the a^*/b^* values presented relatively high correlation with sensorial notes ($r = -0.70$ and $r = -0.79$, respectively).

Comparing values between treatments, concerning each time of exposure, showed no significant differences ($P > 0.05$) in sensorial notes. Also, no significant differences ($P > 0.05$) were found between supplemented treatments and control group in a^* values and a^*/b^* for 60 and 120 minutes of exposure.

The effect of increasing dietary vitamin E level on improving colour stability in reformed cooked turkey ham was not validated by sensory and objective analysis for supplemented levels and exposure conditions used in this study.

1. INTRODUÇÃO.

No Brasil, como em todo o mundo, observa-se uma tendência constante de aumento no consumo de carne de aves. Mundialmente, a produção de carne de aves cresceu de 50,5 milhões de toneladas em 1994 para próximo a 63 milhões de toneladas em 1999, representando crescimento de 25% em 5 anos. A produção brasileira, no mesmo período, aumentou de 3,5 para 5,0 milhões de toneladas com crescimento de 43% (MHR-VIANDES, 2001).

A carne de aves, por ser uma matéria-prima que apresenta preços mais competitivos que carnes bovina e suína, tem sido usada de forma cada vez mais intensa na elaboração de produtos industrializados. Embutidos cozidos à base de carnes brancas ou escuras de aves competem hoje com produtos tradicionais à base de carne suína. Também, nutricionalmente, a carne de aves apresenta algumas vantagens específicas sobre as carnes de bovinos e suínos, pois tem menor teor de gordura, maior grau de insaturação nos ácidos graxos e proporcionam menos calorias por porção (ADDIS, 1986).

A disponibilidade de matérias-primas de aves para industrialização, no Brasil, concentra-se basicamente em carnes de frango e peru. A carne de peru vem apresentando aceitação crescente por parte do mercado consumidor brasileiro com aumento de 17% no consumo per capita entre 1996 e 2000 (USDA, 2001), além disso, o consumo de carne de peru per capita nos EUA é quase 14 vezes maior que no Brasil, mostrando o grande potencial de crescimento desta carne em nosso país. O consumo da ave inteira, no entanto, diferentemente do frango, ainda está restrito a datas especiais como festas de fim de ano. Desta forma, o aumento na demanda por produtos industrializados de carne de peru, principalmente embutidos, tem sido um fator importante para

possibilitar uma produção regular desta ave ao longo de todo o ano e, conseqüentemente, minimizar o impacto da sazonalidade.

Peito e sobrecoxas são as partes mais utilizadas em produtos de carne de peru devido ao seu tamanho, melhores rendimentos e aceitação dos consumidores. Produtos à base de peito apresentam cor clara e consistência mais firme que produtos provenientes de sobrecoxas (PRUSA & KREGEL, 1985), sendo comercializados com conceito de produtos diferenciados de maior valor agregado.

As sobrecoxas, devido à sua coloração e menor custo, encontram maior aplicação em produtos tipo presunto cozido e concorrem diretamente com produtos provenientes de carne suína. Para esse produto, a forma mais usual de consumo é fatiada e as maneiras de aquisição são: “fatiamento na hora” ou “já fatiado em exposição”. O maior volume de produtos fatiados, no Brasil, é comercializado com fatiamento no próprio local de venda e acomodação das fatias em bandejas envoltas com filme de PVC para exposição. A presença de luz e oxigênio catalisa reações de oxidação tanto dos pigmentos quanto dos lipídios existentes na carne. Quando o produto é exposto à venda, já fatiado, a exposição ocorre em balcões frigoríficos com iluminação, de modo que a cor do produto constitui o principal atrativo e um importante fator para decisão de compra por parte do consumidor.

Durante exposição para comercialização, a descoloração de produtos curados cozidos como presuntos, apresuntados e fiambres, causada pela oxidação dos pigmentos, pode ocorrer muito rapidamente em comparação com outros processos de deterioração. Esta descoloração é caracterizada pela mudança da cor rósea, normalmente encontrada nestes produtos, para uma coloração

amarelo-acinzentada que pode causar rejeição por parte do consumidor.

A oxidação lipídica, também, é uma das principais causas de deterioração na qualidade de carne e produtos cárneos, afetando características como cor, sabor e valor nutritivo dos alimentos (BUCKLEY et al., 1995). Alguns trabalhos sugerem que a oxidação lipídica e a estabilidade de cor em carne estão intimamente associadas (FAUSTMAN et al., 1989; AKAMITTATH, 1990), de forma que uma inibição do processo oxidativo dos ácidos graxos na carne resultaria em uma maior estabilidade, também, dos pigmentos existentes.

O uso de suplementação alimentar com vitamina E tem resultado em maior estabilidade oxidativa em carnes de bovinos (CHAN et al., 1995; FAUSTMAN et al., 1989), suínos (ASGHAR et al., 1991; BUCKLEY et al., 1989; CHEAH et al., 1995; JENSEN et al., 1997; MONAHAN et al., 1990), frangos (AHN et al., 1995; LIN et al., 1989) e perus (BARTOV et al., 1983; MERCIER et al., 1998; SHELDON, 1984). O efeito de maiores concentrações de vitamina E nas carnes sobre a estabilidade de cor em produtos curados e cozidos produzidos a partir destas matérias-primas, no entanto, tem sido pouco estudado e a escassez de trabalhos abordando este assunto é quase completa quando consideramos produtos à base de carne de peru.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de suplementação de vitamina E na alimentação de perus sobre a estabilidade da cor em fatias de produto curado e cozido, produzido a partir das sobrecoxas das aves tratadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mioglobina e formação da cor em produtos cárneos.

A cor é o principal atrativo dos alimentos sendo que, na carne, este atributo sensorial é reflexo da quantidade e do estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina. A quantidade de mioglobina tende a crescer com a atividade física dos músculos e com a idade do animal (FRONING et al., 1968). O estado químico da mioglobina depende da valência do íon ferro localizado no interior do heme (anel porfirínico). Quando o íon ferro se encontra no estado reduzido (ferroso, Fe^{2+}), ele pode se ligar a uma molécula de água, formando desoximioglobina de coloração vermelho escura, ou a uma molécula de oxigênio, formando oximioglobina de coloração vermelho-cereja. Por outro lado, quando o íon ferro do heme se oxida (estado férrico, Fe^{3+}) a mioglobina transforma-se em metamioglobina de coloração marrom, indesejável do ponto de vista comercial (FELÍCIO, 1999).

Presuntos e outros produtos curados de carne obtêm sua coloração rosada característica quando a mioglobina do músculo reage com nitrito em condições favoráveis de pH e potencial redox (SIEDLER & SCHWEIGERT, 1959; FOX, 1966; FOX & ACKERMAN, 1968), formando nitrosomioglobina que, com o calor durante processo de cozimento, é convertida ao pigmento desnaturado nitrosohemocromo, no qual duas moléculas de óxido nítrico se ligam ao íon central do micromo (LEE & CASSENS, 1976; CASSENS et al., 1979; SEBRANEK & FOX, 1985). Um esquema simplificado do processo de formação de cor em produtos curados de carne é apresentado na FIGURA 1.

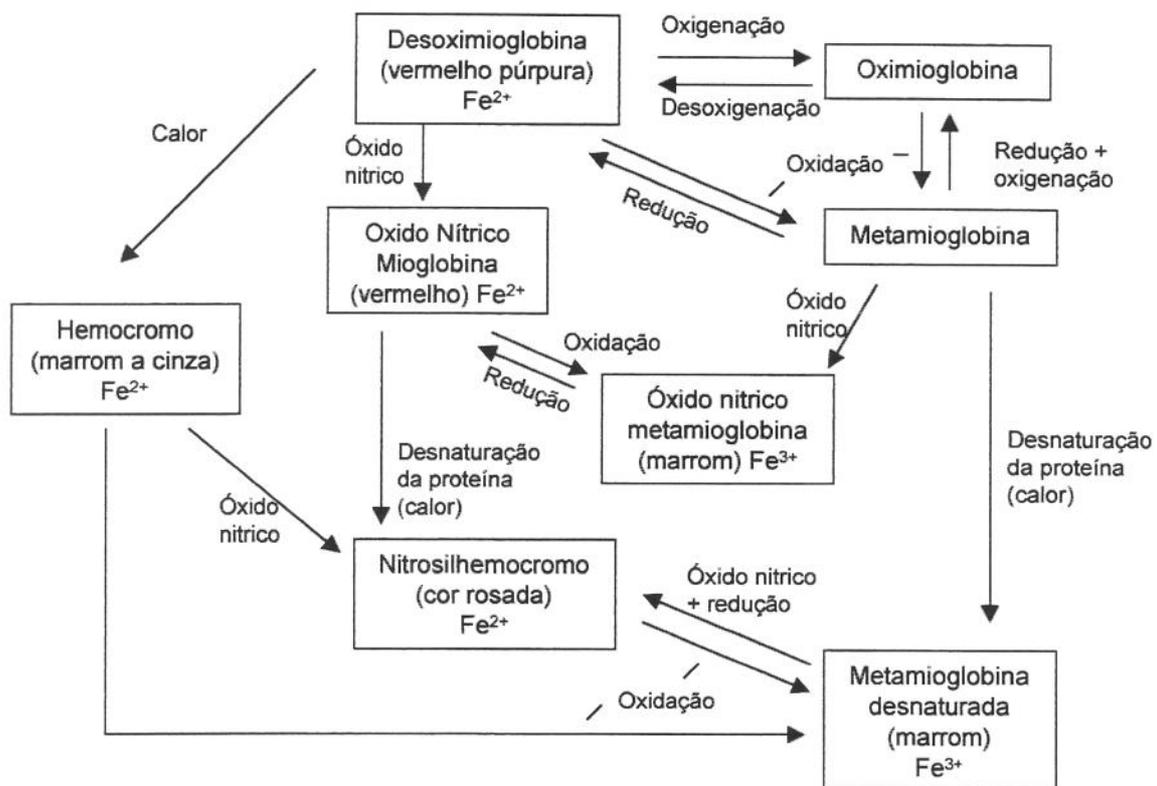


FIGURA 1: Mudanças químicas que podem ocorrer na mioglobina durante o desenvolvimento de pigmento final em carnes curadas (adaptado de HEDRICK et al., 1994).

A concentração de mioglobina no produto está, portanto, diretamente relacionada com a intensidade e estabilidade da cor formada. Desta forma, apesar da capacidade de retenção de água da sobrecoxa e a utilização de extensores na formulação de salmouras permitirem níveis de injeção de até 60% em presuntos de peru (BATER et al., 1993), a cor característica do produto é afetada já em níveis de injeção da ordem de 20% (BAKER & DARFLER, 1981).

A relação tempo-temperatura durante o cozimento é, também, determinante para a intensidade da reação entre o óxido nítrico e o pigmento heme sendo que, a máxima formação de pigmento em carne suína se dá quando o produto atinge temperatura interna de aproximadamente 55°C (FOX et al., 1967). Já com o

presunto de peru, a maior formação de cor ocorre na faixa de temperatura entre 43 e 49°C (ACTON et al., 1979). A FIGURA 2 ilustra o aumento na proporção de pigmentos convertidos a nitrosohemocromo ao longo do processo de cozimento, e a alteração correspondente na coloração do produto, obtida através de medida objetiva de cor e apresentada como relação entre a intensidade de cor vermelha (valor "a") e amarela (valor "b").

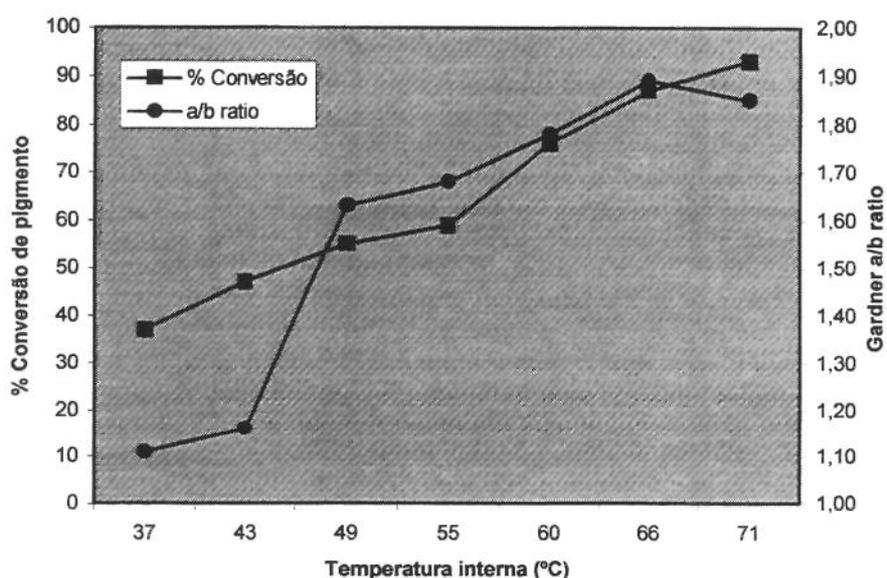


FIGURA 2: Percentual do total de pigmentos heme combinados com oxido nítrico e valores de Gardner a/b (a=vermelho, b=amarelo) durante processo de cozimento do presunto de peru (adaptado de ACTON et al., 1979).

A intensidade de desnaturação da mioglobina durante o cozimento apresenta dependência, também, do pH do meio sendo que valores de pH menores de 6,0 favorecem a desnaturação enquanto valores maiores aumentam a estabilidade da mioglobina ao calor (JANKY & FRONING, 1973; TROUT, 1989). Considerando que a faixa

ótima de pH para formação da cor característica em produtos curados cozidos está entre 5,8 e 6,4 (MÜLLER, 1991) e que o pH da sobrecoxa de peru 24 horas após o abate apresenta-se próximo do valor 6,5 (BARBUT & MITTAL, 1993), pode-se concluir que o presunto de peru necessita de um tempo maior de cozimento para desnaturação e estabilização do pigmento que um presunto suíno cuja matéria-prima apresenta valor de pH próximo de 5,6 (HEDRICK et al., 1994).

2.2 Estabilidade da cor e oxidação.

Os pigmentos contendo óxido nítrico são instáveis na presença de oxigênio ou peróxidos sendo oxidados a pigmentos de coloração marrom, cinza ou verde em alguns dos quais o anel porfirínico é parcialmente destruído (ERDMAN & WATTS, 1957; FOX, 1966). Além disso, a perda de cor dos produtos curados aumenta com o tempo de exposição à luz, como demonstrado por MANDIGO & KUNERT (1973), em seus estudos com presunto cozido. Segundo os autores, a perda do pigmento nitroso ocorre mais rapidamente ao longo dos primeiros 60 minutos de exposição e pode ser observada, ainda que mais lentamente, até os 180 minutos de exposição. Uma representação esquemática do decréscimo da concentração dos pigmentos totais e nitroso-pigmentos é mostrada na FIGURA 3.

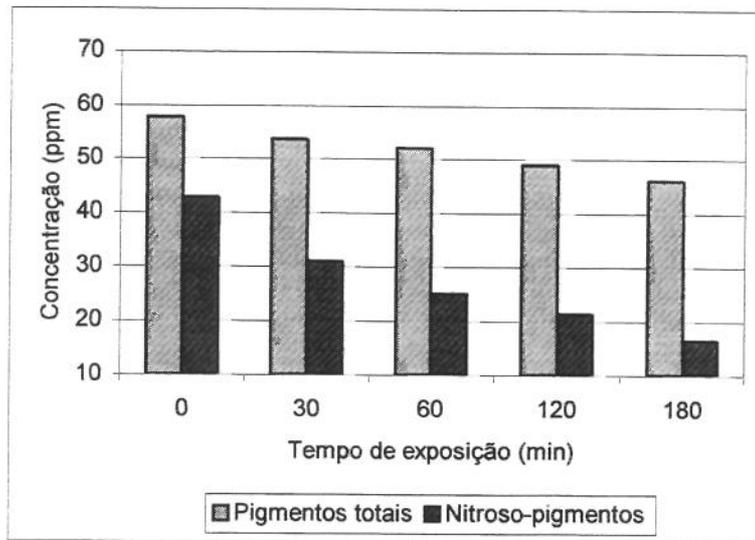


FIGURA 3: Influência do tempo de exposição à luz, em temperatura de 1,7°C, sobre os pigmentos de presunto suíno cozido (adaptado de MANDIGO & KUNERT, 1973).

A comercialização de produtos fatiados embalados a vácuo com filmes de baixa permeabilidade ao oxigênio melhora a estabilidade da cor durante exposição retardando a oxidação dos pigmentos pela redução do oxigênio disponível (ANDERSEN et al., 1988; LIN & SEBRANEK, 1979; LIN et al., 1980). Segundo ROMANO (2001), a utilização de um material de baixa permeabilidade ao oxigênio ($TPO_2 = 1,4 \text{ cm}^3\text{O}_2/\text{m}^2/\text{dia}$), em combinação com um processo de acondicionamento a vácuo, apresentou-se suficiente para garantir a estabilidade da cor ao longo de 34 dias de armazenamento. Os produtos acondicionados nas embalagens com maior permeabilidade ao oxigênio ($TPO_2 = 25,0 \text{ cm}^3\text{O}_2 /\text{m}^2/\text{dia}$) sofreram maior descoloração, principalmente nas extremidades da fatia, onde o fenômeno mostrou-se mais intenso.

Mesmo existindo condições adequadas de vácuo e temperatura, a presença de luz é inevitável na exposição do produto para venda e o processo fotoquímico de oxidação continua ocorrendo

com velocidade dependente da intensidade de iluminação (CARBALLO et al., 1991; YEN et al., 1988).

A adição de agentes antioxidantes em produtos curados tem sido utilizada como meio de acelerar a formação do pigmento nitrosomioglobina e melhorar a estabilidade de cor no produto final (FOX & ACKERMAN, 1968; FOX & NICHOLAS, 1974; LIN et al., 1980; REITH & SZAKALY, 1967b). Ascorbato e eritorbato de sódio são os antioxidantes mais utilizados em produtos cárneos sendo que ambos apresentam efeito semelhante considerando o aumento da estabilidade de cor durante exposição à luz (REITH & SZAKALY, 1967a). Especificamente em presuntos fatiados, o ascorbato apresenta, também, aumento na estabilidade de cor tanto quando usado sozinho (BROWN et al., 1974), como em combinação com nicotinamida (BAILEY et al., 1964).

Estudos têm demonstrado que os valores de TBA, associados com a oxidação de lipídios, e os teores de metamioglobina, associados à oxidação de pigmentos, estão fortemente relacionados (FAUSTMAN et al., 1989). AKAMITTATH (1990) encontrou uma correlação negativa ($P < 0,05$) entre a coloração vermelha e valores de TBA em reestruturados de carne de peru ao longo da estocagem. Desta forma, retardando a oxidação dos lipídios pode-se obter efeito similar sobre a estabilidade da cor curada.

2.3 Oxidação e vitamina E.

A tendência das aves a depositarem gorduras com alto grau de insaturação torna sua carne mais susceptível a oxidação (PEARSON et al., 1977). O teor e composição dos lipídios existentes na carne diferem para um mesmo animal, dependendo da função do músculo. Para uma mesma espécie, carnes claras apresentam proporção menor de lipídios totais que carnes escuras. Assim, a maior intensidade de metabolismo aeróbio em carnes vermelhas (escuras) está associada, não somente à alta concentração de mioglobina, mas também, a um alto teor de gordura no músculo, comparado com as carnes claras (ALLEN & FOEGEDING, 1981).

A sensibilidade da carne de peru à oxidação é particularmente observada em carne escura (WEBB, 1972), ou seja, sobrecoxas são mais susceptíveis à oxidação que a carne de peito devido, principalmente, a um maior teor de gordura em sua composição. A carne de peru apresenta especial susceptibilidade à oxidação, também, devido à menor capacidade da ave em absorver e acumular vitamina E (ADDIS, 1986). Estudos realizados por MARUSICH et al. (1975), comparando o efeito de dietas com diferentes níveis de suplementação com vitamina E em frango e peru, mostraram que, as concentrações de tocoferol no fígado e peito de perus eram, respectivamente, $1/5$ e $1/3$ das concentrações encontradas para frangos submetidos a dietas de suplementações similares. Segundo SKLAN et al. (1983), parte da vitamina E ingerida pelos perus é complexada por substâncias sintetizadas no fígado do animal e eliminada diretamente nas fezes, sem absorção pelo organismo.

A vitamina E, termo que se usa para um grupo de componentes lipossolúveis chamados tocoferóis, é um antioxidante natural absorvido pelo organismo dos animais através da ração.

Subseqüentemente à absorção a vitamina E é depositada nas membranas celulares, em estreito contato com os fosfolípidos, e protegem os lipídios poliinsaturados da membrana contra oxidação causada por radicais livres altamente reativos (ALLEN & FOEGEDING, 1981; SHELDON et al., 1997). Em carne de peito de frango, foi observado por OLIVO (1999), que o teor de vitamina E estava diretamente relacionado com a inibição dos processos bioquímicos indutores de PSE (“pale, soft and exsudative”, ou carne pálida, flácida e exsudativa), melhorando as propriedades funcionais da carne.

A adição de vitamina E em rações para alimentação animal é, usualmente, feita na forma de acetato de α -tocoferol e o teor da vitamina determinado pela concentração de α -tocoferol. A suplementação da ração de frangos e perus eleva a concentração de α -tocoferol, principalmente, nas membranas dos músculos que compõe a carne escura (ASGHAR et al., 1990). Como consequência de uma maior concentração de α -tocoferol em frangos e perus, a estabilidade da gordura abdominal à oxidação é incrementada (BARTOV & BORNSTEIN, 1977, 1981), assim como a estabilidade dos músculos (MARUSICH et al., 1975).

Foi mostrado em uma série de estudos, que o α -tocoferol é depositado nos tecidos das aves de forma dependente da dosagem utilizada. SHEEHY et al. (1991), observaram que as concentrações de α -tocoferol nos tecidos respondiam ao aumento do nível de ingestão na seguinte ordem: coração = pulmão > fígado > músculo > cérebro.

O processamento de carne como moagem, mistura e cozimento, representam estresses fortes para o músculo destruindo a integridade dos tecidos e expondo as membranas celulares a processos oxidativos (DAWSON & SCHIERHOLZ, 1976). WEN et al. (1996) investigaram a estabilidade oxidativa de hambúrgueres crus e

cozidos de peru durante armazenamento a 4°C e - 20°C, utilizando suplementação de 20, 300 ou 600 mg de α -tocoferol/kg de ração por 21 semanas antes do abate. Observou-se que suplementação com o maior nível de vitamina E reduzia, significativamente, os valores de TBARS tanto nos hambúrgueres crus quanto cozidos armazenados em ambas temperaturas. O teor de α -tocoferol nos hambúrgueres não mudou durante a estocagem resfriada enquanto que, na congelada, estes valores apresentaram acentuada redução após 4 a 5 meses de estocagem.

Presuntos suínos curados cozidos elaborados com músculos contendo maiores concentrações de α -tocoferol, proveniente de suplementação alimentar, apresentam formação e estabilidade de cor superior a presuntos produzidos com carne de suínos tratados com ração normal (DINEEN et al., 1998). A estabilidade e melhoria da cor da carne pela vitamina E está relacionada, principalmente, à sua habilidade em prevenir a oxidação da mioglobina a metamioglobina (MITSUMOTO et al., 1993).

Estudos mostraram aumento na estabilidade da carne de peru quando empregada suplementação de α -tocoferol nos níveis de 150 mg/kg de ração (BARTOV & KANNER, 1996). Também, SHELDON et al. (1997), comparando níveis de suplementação com vitamina E de 10 e 250 mg/kg em perus, observaram que os valores de TBARS no peito estocado refrigerado e congelado estavam inversamente relacionados ao nível de vitamina E na dieta.

Os níveis normalmente utilizados para adição de α -tocoferol na ração de perus são de 10 a 20 mg/kg de ração sendo que, a utilização de níveis muito superiores por longos períodos de tempo representam considerável aumento no custo de produção. Considerando uma suplementação de α -tocoferol de 200 mg/kg de ração, o custo da ração aumentaria, aproximadamente, 2% em

relação a uma adição de 20 mg/kg de ração. Visto que, a dieta representa quase 70% do custo de produção para aves de corte, qualquer variação na proporção deste ingrediente na formulação da ração afeta diretamente o preço da carne.

Trabalho realizado por BUCKLEY & CONNOLLY (1980) em suínos mostrou que uma suplementação de α -tocoferol ao nível de 800 mg/animal/dia somente durante os últimos sete dias pré-abate foi capaz de reduzir o desenvolvimento de rancidez na carne estocada resfriada e congelada. DE WINNE & DIRINK (1996) e MORRISSEY et al. (1997), conseguiram melhor estabilidade à oxidação em carne de frango quando uma suplementação de α -tocoferol ao nível de 200 mg/kg de ração foi aplicada, respectivamente, nas últimas três e quatro semanas antes do abate. SANTE & LACOURT (1994), conseguiram retardar a descoloração em peito de peru resfriado, estocado entre 2 e 4°C, utilizando suplementação de α -tocoferol ao nível de 250 mg/kg de ração ao longo das últimas três semanas pré-abate.

Desta forma, com o objetivo de se obter matérias-primas com maior teor de α -tocoferol, visando maior estabilidade à oxidação, pode-se considerar uma suplementação por tempo limitado antes do abate de modo a que o custo da suplementação não apresente impacto excessivo sobre o custo final da carne ou do produto final.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Obtenção da matéria-prima cárnea.

3.1.1 Criação das aves.

Foram utilizados 480 perus machos, linhagem Hybrid 2300 (Super Medium), todos de mesma idade, fornecidos pela Sadia S.A. em sua unidade agropecuária de Chapecó-SC. As aves foram criadas em conjunto, recebendo dieta basal padrão contendo 20 mg de α -tocoferil acetato por kg de ração, até idade de 15 semanas sendo, então, aleatoriamente separadas em cinco grupos de 90 aves. Estes grupos foram submetidos a tratamentos com diferentes dosagens de α -tocoferil acetato nas rações até a idade de abate de 18 semanas.

3.1.2 Abate das aves e estocagem da carne.

No 127º dia de idade (peso vivo médio de 16 kg), as aves foram agrupadas por tratamento e transportadas para o abatedouro avícola da Sadia em Chapecó-SC. Foi utilizada linha normal de abate e refile de peru para obtenção das sobrecoxas desossadas e sem pele.

A ordem de abate dos tratamentos foi aleatória sendo que, a diferença de tempo entre a pendura do primeiro e do último grupo de aves não foi superior a 2 horas. As etapas envolvidas no abate das aves, obtenção e estocagem das sobrecoxas foram as seguintes:

- a) Pendura pelas patas em nórias apropriadas;
- b) Atordoamento por eletricidade (0,19 Ampéres) feito através de imersão da cabeça por seis segundos em cuba com solução salina;
- c) Sangria por corte da artéria jugular;
- d) Depenagem em equipamento Mercúrio por 90 segundos utilizando água a 60°C;
- e) Retirada das patas e evisceração;
- f) Resfriamento em câmara com circulação forçada de ar a -7°C por 2 horas;
- g) Espostejamento e desossa manuais;
- h) Retirada da pele e refile das sobrecoxas (FIGURA 4)
- i) Pesagem em sacos de polietileno;
- j) Congelamento em blocos com peso aproximado de 15 kg.



FIGURA 4: Sobrecoxas de peru desossadas e sem pele.

A carne (sobrecoxas) desossada e sem pele dos cinco tratamentos foram congeladas, em congelador de placas, até temperatura de 16°C negativos, transportadas para São Paulo e estocadas em câmara frigorífica a 18°C negativos até sua utilização. O período de estocagem da carne congelada até sua utilização foi de duas semanas.

3.2 Elaboração do apresuntado de sobrecoxas de peru.

3.2.1 Formulação utilizada.

A carne proveniente dos diferentes tratamentos foi descongelada em câmara a 5°C e utilizada para elaboração de embutido curado e cozido tipo apresuntado empregando a mesma formulação e processo para todos os tratamentos (TABELA 1).

TABELA 1: Formulação de carne e ingredientes empregados na elaboração de apresuntado de sobrecoxas de peru.

Ingredientes	Percentual (%)
Sobrecoxas de peru	86,38
Água/Gelo	10,00
Sal	2,50
Polifosfato de sódio	0,47
Sacarose	0,40
Glutamato de sódio	0,10
Eritorbato de sódio	0,10
Nitrito de sódio	0,02

Fonte: Sadia S.A. (adaptação realizada pelo autor).

3.2.2 Processamento e estocagem do produto.

O produto foi elaborado através de processamento envolvendo os seguintes passos:

- a) Preparo da salmoura em tanque com agitador;
- b) Moagem da matéria-prima em disco de 8 mm;
- c) Incorporação da salmoura em misturador a vácuo;
- d) Cura por 15 horas;
- e) Batimento em misturador a vácuo;
- f) Embutimento a vácuo em tripas plásticas impermeáveis calibre 105mm;
- g) Cozimento escalonado utilizando estufa com circulação forçada de ar até temperatura interna atingir entre 70 e 72°C;
- h) Resfriamento em água gelada até temperatura interna atingir entre 8 e 10°C;
- i) Estocagem das peças em câmara a 5°C por uma semana.

3.3 Análises de estabilidade de cor.

3.3.1 Preparo das amostras para análise.

As análises de estabilidade de cor dos diferentes tratamentos foram realizadas com amostras submetidas a condições encontradas na exposição de produtos fatiados para venda em supermercados. Desta forma, o produto foi fatiado em Cortador Filizola Modelo 101 AS abertura 1,0 mm, colocado em bandejas de isopor (duas fatias sobrepostas) e envolvido em filme PVC com alta permeabilidade ao oxigênio ($8000 - 12000 \text{ cm}^3 \text{ O}_2/\text{m}^2/\text{dia}/\text{atm}$). O conjunto foi exposto à temperatura de 10°C em estufa FANEM Câmara Modelo 347 sob luz fluorescente fria branca (Phillips-PLS 9 W) a 7 cm da fonte de luz correspondendo a uma intensidade de iluminação média de 1800 lux. As prateleiras da estufa, e os pratos

foram dispostos de maneira a que a incidência de luz fosse homogênea e sem sombras.

Apesar de existir considerável variação nas condições de temperatura e iluminação durante exposição de fatiados nas grandes redes de supermercados, procurou-se padronizar a temperatura em 10°C com intensidade de iluminação entre 1500 e 2000 lux (CARBALLO et al., 1991; FELDHUSEN et al., 1986). O tempo de exposição foi de 60 e 120 minutos sendo as amostras, então, encaminhadas para avaliação de cor sensorial e objetiva.

3.3.2 Análise sensorial: Teste de diferença do padrão.

O objetivo do teste de diferença do padrão é quantificar a intensidade de descoloração da amostra exposta às condições de oxidação em relação à mesma amostra recém fatiada (padrão).

3.3.2.1 Treinamento da equipe.

O teste de diferença do padrão foi realizado com 8 a 9 provadores, selecionados por possuírem acuidade visual dentro das classificações “média superior” ou “superior”. Neste teste o provador recebe uma amostra controle (padrão=recém-fatiado) e duas amostras codificadas, uma recém-fatiada e a outra exposta à temperatura de 10°C, conforme períodos definidos. Ao provador é solicitado avaliar as amostras codificadas comparando-as com o padrão recém-fatiado utilizando a escala de 9 pontos (0=nenhuma diferença com o padrão; 4=moderada diferença com o padrão, 8=extremamente diferente do padrão) conforme metodologia proposta por MEILGAARD et al. (1999). Na fase de treinamento utilizaram-se tempos de exposição de 0, 25, 50, 75, 90, 150 e 180 minutos.

3.3.2.2 Realização do Teste de diferença do padrão.

Os produtos foram avaliados aleatoriamente utilizando-se tempos de exposição de 60 e 120 minutos, sendo as avaliações em cada tempo de exposição conduzidas de forma independente uma da outra. Para cada tratamento foram realizadas três repetições. As avaliações foram realizadas em cabines individuais computadorizadas com iluminação de luz branca OSRAM Universal luz do dia especial Brasil K 698134. As notas atribuídas pelos provadores foram coletadas, diretamente dos terminais das cabines para um computador central, utilizando Software Compusense five v. 3.2.

3.3.3 Análise sensorial: Teste de ordenação.

O objetivo do teste de ordenação é o de comparar a intensidade de descoloração entre amostras dos diferentes tratamentos, submetidas às mesmas condições de exposição após fatiamento.

Foram realizados dois testes de ordenação com relação ao grau de oxidação dos produtos seguindo-se a metodologia proposta por MEILGAARD et al. (1999). Neste teste, os provadores avaliam as amostras provenientes dos cinco tratamentos ao mesmo tempo, ordenando-as conforme a intensidade de descoloração observada em relação ao padrão. A análise foi conduzida com amostras submetidas às mesmas condições de exposição que o teste de diferença do padrão (3.3.2.2).

3.3.4 Análise objetiva de cor.

As fatias dos produtos que foram apresentadas aos provadores treinados também foram analisadas pelo equipamento Espectrofotômetro Minolta CM 508d utilizando-se o sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*) e os seguintes parâmetros de regulagem:

- a) n° de medidas em cada ponto (auto average) = 3;
- b) iluminante=D65;
- c) ângulo de observação (observer)=2°;
- d) áreas de iluminação e de medição com diâmetros fixos de 13 e 8 mm, respectivamente.

Conforme descrito no manual do equipamento (MINOLTA, 1994), no sistema CIELAB o espaço de cor é esférico e a cor é definida por um conjunto de coordenadas que indicam:

- L* = luminosidade, (+) = claro, (-) = escuro;
- a* = (+) vermelho, (-) verde;
- b* = (+) amarelo, (-) azul.

As medidas foram realizadas sobre ponto intermediário entre o centro e a borda da fatia. A perda de cor rosada típica de produto curado foi expressa por variações nos valores de a* (FELDHUSEN et al., 1986) e dos valores da relação a*/b* (ACTON, 1979). A diferença de cor global entre o produto recém-fatiado e os tempos de exposição 60 e 120 minutos foi expresso pela equação:

$$\Delta E = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \quad (\text{MINOLTA, 1994}).$$

Onde: $\Delta L^* = L^*_t - L^*_{0}$; $\Delta a^* = a^*_t - a^*_{0}$; $\Delta b^* = b^*_t - b^*_{0}$

3.4 Análises físico-químicas.

3.4.1 Análise de α -tocoferol

Os teores de α -tocoferol em ração, na carne e no produto cozido foram analisados através de método descrito por BRUBACHER et al. (1985), empregando HPLC com as seguintes condições de cromatografia:

Equipamento	Varian 5000
Fase estacionária	LiChrosorb Si 60, 5 μ m
Comprimento da coluna	12,5 cm
Capacidade	100 ml (Looping)
Fase móvel	n-hexana
Pressão	aprox. 30 bars
Vazão	1,5 ml/min
Detector de fluorescência..	Spectra System FL2000
Comprimento de onda	292/326 nm
Sistema de integração	EZChrom Chromatography Data System, Scientific Software, Inc. Pleasanton, 1997.

3.4.2 Outras análises físico-químicas

Foram realizadas análises físico-químicas, em triplicata tanto nas sobrecoxas quanto nos produtos provenientes dos diferentes tratamentos. As análises realizadas foram:

Proteína	método Kjeldahl conforme AOAC Official Method 977.14 (AOAC, 1990);
Lipídios totais ...	método de extração por solvente conforme AOAC Official Method 983.23 (AOAC, 1990);
Umidade	método de secagem em estufa conforme recomendado pela SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1985;
pH	conforme método recomendado pela SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA AGROPECUARIA, 1981;
Peróxidos	AOAC Official Method 965.33 (AOAC, 1990);
Nitrito residual ..	AOAC Official Method 973.31 (AOAC, 1990).

3.5 Análises microbiológicas.

Foram realizadas análises microbiológicas na carne descongelada e no produto final visando determinar contagem de aeróbios em placa (“Aerobic plate count”) conforme método recomendado pelo U.S. FDA, 1998.

3.6 Análise estatística dos dados.

A comparação entre tratamentos foi feita através das diferenças entre médias observadas para cada tempo de exposição e, o efeito do tempo de exposição foi avaliado através da comparação das médias de cada tratamento nos diferentes tempos de exposição.

Na comparação entre os tratamentos, os dados de média obtidos nas análises físico-químicas e de cor foram analisados utilizando análise de variância (One-way Between-Groups ANOVA) e Teste de Tukey para $P < 0,05$ de probabilidade. Na comparação da variação de cor ao longo do tempo, dentro de um mesmo tratamento, os dados de média, obtidos das análises objetivas de cor (L^* , a^* , b^*) e do Teste de Diferença de Controle, foram analisados utilizando análise de variância com medidas repetitivas (One-way Within-Groups ANOVA) e Teste de Tukey para $P < 0,05$ de probabilidade (BENDER et al., 1982). Em ambos os casos, o programa estatístico utilizado foi o STATISTICA, versão 5.0 para Windows 95, StatSoft Inc. O mesmo programa foi utilizado para regressão linear na estimativa de correlação de medidas sensoriais e objetivas. Os dados de média do Teste de ordenação foram analisados pelo software Compusense v.3.2 utilizando-se análise de Friedman Chi-quadrado e teste de Fisher para $P < 0,05$.

3.7 Delineamento experimental.

Foram comparados diferentes níveis e períodos de suplementação de α -tocoferol em rações. Três rações, contendo quantidades distintas de α -tocoferol foram utilizadas em cinco diferentes tratamentos, conforme TABELAS 2 e 3.

TABELA 2: Níveis de adição de α -tocoferol nas três rações elaboradas para alimentação das aves.

Identificação das rações	Adição de vitamina E (mg/kg de ração)
Ração R20 (controle)	20
Ração R100	100
Ração R200	200

TABELA 3: Planejamento experimental com cinco tratamentos e três rações, ao longo das últimas três semanas pré-abate, para perus abatidos ao final da 18^a semana de idade.

Identificação dos tratamentos	Idade das aves		
	16 semanas	17 semanas	18 semanas
T1	R20*	R20	R20
T2	R100**	R100	R100
T3	R200***	R200	R200
T4	R20	R200	R200
T5	R20	R20	R200

* R20 – ração contendo 20 mg de α -tocoferol/kg

** R100 – ração contendo 100 mg de α -tocoferol/kg

*** R200 – ração contendo 200 mg de α -tocoferol/kg

3.7.1 Preparo das rações.

A mesma ração peletizada padrão, empregada para alimentação das aves nas últimas três semanas pré-abate, foi utilizada para complementação dos níveis de α -tocoferol. Foi empregado α -tocoferil acetato 50% (Roche) em quantidades suficientes para atingir os valores estabelecidos no delineamento. A adição dos diferentes teores desta vitamina na ração se deu na elaboração dos pré-mixes de micro-nutrientes e posterior incorporação aos macro-nutrientes (milho, farelos, etc) através de mistura e peletização. A homogeneidade do teor de α -tocoferol nas diferentes rações foi verificada por análises semanais ao longo das três semanas de aplicação dos tratamentos.

3.7.2 Aplicação dos tratamentos na alimentação.

As 480 aves com 15 semanas de idade foram distribuídas aleatoriamente em 60 boxes, contendo cada Box oito aves. Aleatoriamente selecionou-se 12 boxes para cada tratamento a ser aplicado, conforme TABELA 4.

TABELA 4: Casualização na distribuição dos tratamentos pelos 60 boxes, alojando-se 8 aves por Box.

Tratamento	Identificação dos boxes usados para alojamento
T1	2; 6; 15; 19; 24; 28; 33; 40; 42; 48; 52; 57
T2	4; 9; 13; 17; 23; 27; 31; 37; 44; 49; 53; 59
T3	1; 7; 12; 18; 21; 29; 34; 39; 41; 47; 55; 60
T4	3; 8; 11; 20; 25; 30; 35; 38; 43; 46; 51; 56
T5	5; 10; 14; 16; 22; 26; 32; 36; 45; 50; 54; 58

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor de α -tocoferol nas rações.

Os teores analisados apresentam variação em relação aos valores teóricos formulados no delineamento (TABELA 5). O delineamento proposto considerou diferenças nas concentrações de α -tocoferol de 80 mg/kg entre rações R20 e R100 (observado = 67,12 mg/kg), de 180 mg/kg entre rações R20 e R200 (observado = 185,42 mg/kg) e de 100 mg/kg entre as rações R100 e R200 (observado = 118,30 mg/kg).

TABELA 5 - Teores calculados e analisados de α -tocoferol nas rações

Ração	α -tocoferol (mg/kg) calculado	α -tocoferol (mg/kg) analisado
R20	20,00	28,21
R100	100,00	95,33
R200	200,00	213,63

^{a,b,c}Valores dentro de uma mesma coluna, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes (P<0,05)

Nas três semanas em que os tratamentos foram aplicados observou-se um consumo médio de 3,2 kg de ração por ave por semana. Considerando os teores analisados nas rações R20, R100 e R200, a TABELA 6 mostra a estimativa de ingestão total (soma das três semanas) e semanal (média ponderada) de α -tocoferol por ave em cada tratamento.

TABELA 6: Estimativa da ingestão de α -tocoferol total e semanal ao longo das três semanas de tratamento.

Tratamento	Ingestão de α -tocoferol total por ave* (mg/ave)	Ingestão de α -tocoferol semanal media por ave** (mg/ave/semana)
T1	270	90
T2	915	305
T3	2050	684
T4	1457	486
T5	864	288

* Soma das quantidades ingeridas de α -tocoferol nas três semanas de tratamento

** Média ponderada das quantidades ingeridas nas três semanas de tratamento

No tratamento T1, a ingestão de α -tocoferol nas três semanas antes do abate foi 40% superior ao que seria esperado se a suplementação na ração R20 estivesse conforme o delineamento. Neste tratamento foi empregada ração basal padrão, utilizada pelo produtor na alimentação de perus no período pré-abate sendo que, conforme mostra o resultado da análise, o teor real de α -tocoferol na ração estava acima do especificado.

Os demais tratamentos apresentam variação próxima a 10% em relação ao planejado. Esta variação menor pode ser atribuída ao fato de que, para as rações com teores de α -tocoferol diferentes do padrão, as bateladas produzidas foram menores e possibilitou um acompanhamento mais rigoroso das pesagens e adição do acetato de α -tocoferol do que na produção em larga escala da ração padrão. De qualquer forma, na análise dos resultados serão considerados os valores reais de suplementação.

O nível de suplementação de 28 mg/kg de ração é similar ao utilizado por BARTOV & KANNER (1996), visando avaliar efeito sobre valores de TBA ao longo de estocagem congelada de carne de peru.

Teores de α -tocoferol de zero, 28 e 150 mg/kg de ração foram suplementados em perus durante 14 semanas antes do abate sendo, posteriormente, comparadas amostras de sobrecoxas com relação ao aumento nos valores de TBA durante 120 dias de estocagem. Os autores não observaram diferença significativa ($P>0,05$) entre que os valores de TBA dos tratamentos com 28 e 150 mg de α -tocoferol/kg de ração. No entanto, quando as médias destes são comparados com o tratamento sem suplementação, o teor de α -tocoferol de 150 mg/kg de ração resultou em maior estabilidade ($P<0,05$) das sobrecoxas à oxidação.

4.2 Teor de α -tocoferol na carne.

As amostras de carne provenientes dos tratamentos T3, T4 e T5 apresentaram médias dos teores de α -tocoferol superiores ($P<0,05$) ao tratamento T1 (padrão). Apesar da evidente influência da suplementação sobre os teores de α -tocoferol na carne dos tratamentos T1 e T2, não houve diferença ($P>0,05$) entre as respectivas médias. A média do tratamento T5 diferiu ($P<0,05$) do T1, mas não diferiu ($P>0,05$) do T2. As médias dos tratamentos T3 e T4 foram maiores ($P<0,05$) do que as demais, mas não diferiram ($P>0,05$) entre si (TABELA 7).

TABELA 7: Teor de α -tocoferol nas sobrecoxas obtidas das aves dos diferentes tratamentos.

Tratamento	α -tocoferol nas sobrecoxas (mg/100g)
T1	0,144 ^c
T2	0,275 ^{bc}
T3	0,565 ^a
T4	0,564 ^a
T5	0,295 ^b

^{a,b,c}Valores dentro de uma mesma coluna, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Desta forma, a suplementação alimentar com α -tocoferol, ao nível de 95 mg/kg de ração (T2), por três semanas, não é suficiente para conferir teores da vitamina nas sobrecoxas significativamente superiores ao obtido pela suplementação controle (28 mg/kg). Considerando-se a suplementação ao nível de 213 mg/kg de ração, observa-se que aplicação somente na última semana pré-abate (T5), foi suficiente para conferir média dos teores de α -tocoferol nas sobrecoxas de peru superiores ($P < 0,05$) à suplementação controle. Períodos de aplicação de duas (T4) e três semanas (T3) apresentaram teores de α -tocoferol semelhantes, sendo as médias de ambos superiores ($P < 0,05$) à média obtida com tempo de suplementação de uma semana (T5).

A suplementação controle (28 mg/kg) gerou média do teor de α -tocoferol na carne 3,9 vezes inferior ao obtido com suplementação de 213 mg/kg durante 2 e 3 semanas. Este resultado está de acordo com o obtido por MARUSICH et al. (1975), que observaram teores de α -tocoferol 3,3 vezes maiores em carne de peito proveniente de perus

com suplementação de 230 mg/kg ao longo de 3 semanas pré-abate em relação a animais não suplementados. Da mesma forma, SHELDON (1984) obteve uma proporção de α -tocoferol 3,0 vezes maior em sobrecoxas de perus suplementados com 130 mg/kg, ao longo de três semanas, comparativamente a animais não suplementados.

LIN et al. (1989), trabalhando com frangos suplementados com α -tocoferol a 200 mg/kg de ração por 10 dias antes do abate observaram teor desta vitamina de 0,220 mg/100g na carne escura, valor este semelhante ao obtido para carne escura de peru no tratamento T5 (0,295 mg/100g de carne), onde a suplementação foi de 213 mg/kg de ração por 7 dias. Por outro lado, DE WINNE & DIRINCK (1996), trabalhando com frangos suplementados com α -tocoferol a 200 mg/kg de ração por 3 semanas antes do abate, obtiveram teores de 1,280 mg/100g da vitamina em carne escura, valor este bem superior ao tratamento T3 que resultou em teor de α -tocoferol de 0,565 mg/100g de carne, utilizando nível de suplementação e período de aplicação semelhante. Esta diferença pode ser explicada, como mencionado anteriormente, pela menor capacidade dos perus em absorver e acumular vitamina E em seus tecidos.

Considerando-se o crescimento nos teores de α -tocoferol, nas sobrecoxas provenientes dos tratamentos T5, T4 e T3, observou-se que, a partir de duas semanas de suplementação com 213 mg/kg de ração, ocorreu uma estabilização do teor de α -tocoferol nas sobrecoxas de peru. O teor encontrado de α -tocoferol nas carnes dos tratamentos T3 e T4 (respectivamente 0,565 e 0,564 mg/100g) são semelhantes ao valor observado por RENERRE et al. (1999), que estudaram perus suplementados com α -tocoferol ao nível de 200 mg/kg de ração por período de 16 semanas, e obtiveram teor de

0,520 mg/100g de carne escura. Já em MERCIER et al. (1998), utilizando as mesmas condições do trabalho anterior, mas com suplementação ao nível de 400 mg/kg de ração, o teor encontrado de α -tocoferol na carne foi de 1,410 mg/100g. MONAHAN et al. (1990), trabalhando com suínos suplementados com α -tocoferol ao nível de 200 mg/kg de ração, por 2 semanas antes do abate, obteve teores de 0,700 mg/100 kg de tecido muscular.

Estas comparações indicam que, em frangos e perus, o nível e o tempo de suplementação, são importantes para elevar os teores de α -tocoferol nos músculos das aves. A absorção de α -tocoferol pela carne do peru parece ser semelhante à observada no frango quando níveis de 200 mg/kg de ração são utilizados em períodos curtos de suplementação (7 a 10 dias) sendo que, para períodos mais prolongados, a elevação dos teores da vitamina na carne é maior no frango que no peru, conforme observado por MARUSICH et al. (1975). Ainda, o acúmulo de α -tocoferol na carne de peru tende a se estabilizar em teores proporcionais ao nível de suplementação empregado sendo que, tanto o tempo para a estabilização quanto os teores proporcionais acumulados parecem ser inferiores aos observados em frangos e suínos.

Desta forma, a suplementação alimentar com altos níveis de α -tocoferol na ração por curtos períodos de tempo parece ser a mais adequada para aumento dos teores desta vitamina na carne de perus.

4.3 Teor de α -tocoferol nos produtos.

Os apresuntados preparados com as sobrecoxas provenientes dos tratamentos T1, T2 e T5, não apresentaram diferença entre si ($P>0,05$) com relação aos teores de α -tocoferol, enquanto que, nos tratamentos T3 e T4, estes teores são superiores ($P<0,05$) aos demais (TABELA 8).

TABELA 8 : Teor de α -tocoferol nos produtos curados e cozidos dos diferentes tratamentos.

Tratamento	α -tocoferol no produto cozido (mg/100g)
T1	0,157 ^b
T2	0,251 ^b
T3	0,483 ^a
T4	0,478 ^a
T5	0,240 ^b

^{a,b}Valores dentro de uma mesma coluna, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes ($P<0,05$)

WALSH et al. (1998), estudando perus suplementados a 600 mg/kg de ração por 21 semanas observaram um aumento no teor de α -tocoferol detectado quando o peito crú (0,500 mg/100g) era processado utilizando-se injeção de 10% de salmoura, embalagem a vácuo e cozimento (0,671 mg/100g), provavelmente devido a exsudação excessiva de água e concentração da vitamina na carne. Este efeito não foi observado nos resultados dos produtos deste trabalho sendo que, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 apresentaram tendência a redução nos teores de α -tocoferol em relação à sobrecoxa crua. Esta tendência de decréscimo nestes teores é coerente com o fato de que, em nenhum dos tratamentos, foi

observada perda de líquido por exsudação e, desta forma, com a injeção de salmoura e permanência desta no produto final, ocorre uma diluição do α -tocoferol originalmente existente na matéria-prima utilizada. Apesar de observada diferença entre as médias dos teores de α -tocoferol para carne crua e produtos cozidos, esta não é significativa (TABELA 9).

TABELA 9: Comparação dos teores de α -tocoferol nas sobrecoxas cruas e produtos cozidos.

Teor de α -tocoferol (mg / 100g)		
Tratamento	Carne crua*	Produto cozido*
T1	0,144	0,157
T2	0,275	0,251
T3	0,565	0,483
T4	0,564	0,478
T5	0,295	0,240

*Médias dentro de cada tratamento (linha) não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre si.

4.4 Análises físico-químicas e microbiológicas.

As médias dos valores de proteína, gordura, umidade e pH, observadas para as carnes provenientes dos cinco tratamentos, não apresentaram diferenças ($P>0,05$) que pudessem interferir na comparação proposta para estabilidade de cor deste trabalho (TABELA 10). As condições microbiológicas das carnes de todos os tratamentos apresentaram-se, também, semelhantes e sem indicação de deterioração que pudesse interferir no estudo da estabilidade de cor (TABELA 11).

TABELA 10: Resultados das análises de proteína, gordura, umidade e pH na carne de peru descongelada.

Tratamento	Proteína* (%)	Gordura* (%)	Umidade* (%)	PH*
T1	20,81	4,25	73,16	6,03
T2	20,65	5,70	72,43	6,01
T3	20,79	4,48	73,21	5,99
T4	20,10	3,68	73,71	5,90
T5	20,83	3,59	73,29	5,99

*Médias dos tratamentos (colunas) não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre si.

TABELA 11: Resultados das contagens microbiológicas na carne de peru descongelada.

Tratamento	Mesófilos* UFC/g
T1	$2,4 \times 10^5$
T2	$2,1 \times 10^5$
T3	$1,3 \times 10^5$
T4	$4,1 \times 10^5$
T5	$2,1 \times 10^5$

*Médias dos tratamentos (coluna) não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre si.

Considerando-se o produto acabado, pode-se observar semelhança entre os tratamentos ($P>0,05$) para os valores de proteína, gordura, umidade e pH (TABELA 12), confirmando dados obtidos para as carnes descongeladas cruas. Os valores de nitrito residual, que tem grande influência sobre a formação e estabilidade de cor, também, não apresentam diferença ($P>0,05$) para os produtos dos diferentes tratamentos. Somente o valor de peróxidos do produto do tratamento T5 difere ($P<0,05$) dos demais tratamentos. Um maior teor de peróxidos pode indicar maior grau de oxidação das gorduras, o que pode gerar interferência na comparação de estabilidade de cor dos produtos.

A redução observada nos teores de proteína e gordura entre sobrecoxas e produto cozido é compatível com o nível de salmoura agregada (13,6%).

TABELA 12: Resultados das análises de proteína, gordura, umidade, pH, peróxido e nitrito residual nos apresentados de peru após cozimento e estocagem refrigerada a 5°C por uma semana.

Trat	Proteína (%)	Gordura (%)	Umidade (%)	pH	Peróxido (mEq/kg)	Nitrito (ppm)
T1	17,55 ^a	3,58 ^a	73,60 ^a	6,58 ^a	2,79 ^b	135,7 ^a
T2	17,96 ^a	3,74 ^a	75,31 ^a	6,60 ^a	3,11 ^b	124,3 ^a
T3	17,72 ^a	3,33 ^a	73,62 ^a	6,58 ^a	2,31 ^b	121,7 ^a
T4	17,71 ^a	3,30 ^a	73,89 ^a	6,58 ^a	2,15 ^b	122,0 ^a
T5	17,63 ^a	3,83 ^a	73,63 ^a	6,59 ^a	4,97 ^a	122,7 ^a

^{a,b} Valores dentro de uma mesma coluna, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes ($P<0,05$)

Os produtos tipo presunto de peru existentes no mercado são, também, elaborados com sobrecoxas de peru e, por terem conceito de produto “Light”, legalmente devem apresentar teor de gordura máximo de 3% (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998). Os teores de gordura obtidos para os produtos de todos os tratamentos estão próximos a este valor visto que, apesar de ter-se utilizado moagem da carne para obter maior homogeneidade de cor nas fatias, a formulação empregada nos produtos deste trabalho é semelhante à de um presunto de peru comercial elaborado com sobrecoxas íntegras.

Os resultados das contagens de mesófilos no apresuntado de peru após cozimento e estocagem refrigerada por uma semana (TABELA 13), mostram níveis de contaminação adequados para garantir a não interferência de ação microbiana sobre a avaliação de estabilidade de cor.

TABELA 13: Contagens microbiológicas nos apresuntados de peru após cozimento e estocagem refrigerada a 5°C por uma semana.

Tratamento	Mesófilos UFC/g
T1	$1,0 \times 10^1$
T2	$2,5 \times 10^1$
T3	$2,0 \times 10^1$
T4	$2,3 \times 10^1$
T5	$1,7 \times 10^1$

*Médias dos tratamentos (coluna) não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre si.

4.5 Estabilidade da cor – Efeito do tempo de exposição sobre a cor de fatias dentro de um mesmo tratamento.

4.5.1 Análise objetiva de cor (L^* , a^* , b^*).

Os valores de L^* , para cada um dos tratamentos T2, T3, T4 e T5, não sofreram alteração ao longo do tempo de exposição. Houve diferença significativa somente entre os valores dos tempos zero e 120 minutos do tratamento T1. Os valores de a^* apresentam tendência a decrescer, enquanto os valores de b^* mostram tendência a crescer. Entre os tempos de exposição zero e 60 minutos, todos os tratamentos apresentaram diferença ($P < 0,05$) nos valores de a^* e b^* . Já entre os tempos de exposição 60 e 120 minutos, os valores de b^* foram diferentes ($P < 0,05$) somente para o tratamento T2, enquanto que, os valores de a^* apresentaram diferença ($P < 0,05$) para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 (TABELA 14).

TABELA 14: Comparação dos valores de L^* , a^* e b^* , dentro de cada tratamento nos diferentes tempos de exposição.

		Tratamentos				
	Tempo	T1	T2	T3	T4	T5
L^*	0	57,51 ^b	58,42 ^a	58,17 ^a	58,98 ^a	58,00 ^a
	60	57,68 ^{ab}	58,36 ^a	58,46 ^a	59,09 ^a	58,39 ^a
	120	58,22 ^a	58,80 ^a	58,68 ^a	59,08 ^a	58,16 ^a
a^*	0	14,97 ^a	15,55 ^a	15,29 ^a	15,31 ^a	15,06 ^a
	60	13,63 ^b	14,07 ^b	13,47 ^b	13,33 ^b	13,44 ^b
	120	12,99 ^c	13,34 ^c	13,04 ^c	12,87 ^c	13,50 ^b
b^*	0	9,35 ^b	9,67 ^c	9,48 ^b	9,47 ^b	9,28 ^b
	60	10,87 ^a	10,54 ^b	10,93 ^a	10,66 ^a	10,74 ^a
	120	10,97 ^a	11,29 ^a	11,11 ^a	11,04 ^a	11,01 ^a

^{a,b,c}Valores dentro de uma mesma coluna e variável, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Os resultados obtidos nos valores de L^* , a^* , b^* para o apresuntado de peru fatiado ao longo do tempo de exposição mostram que a descoloração, percebida através de análise objetiva, é resultado de uma redução na intensidade da cor vermelha e aumento na intensidade da cor amarela. Isto está coerente com outros trabalhos correlatos (SANTE & LACOURT, 1994; HOUBEN & GERRIS, 1998) e indicam um padrão de descoloração em carnes e produtos cárneos onde os valores de a^* e b^* podem ser considerados parâmetros para quantificar o fenômeno enquanto os valores de L^* não são representativos. Apesar de apresentar intensidades diferentes, este padrão de descoloração pode ser observado em carnes provenientes de diferentes espécies de animais e em produtos submetidos a diferentes condições de processamento e estocagem.

AKAMITTATH et al. (1990), estudando a variação de cor em reestruturados de carnes bovina, suína e de sobrecoxas de peru, estocados congelados, observaram que os valores de " a_H " (Hunter values) decresciam ($P < 0,05$), para os três tipos de carne, ao longo de seis semanas de estocagem, enquanto que os valores de " L " não indicavam alterações ($P > 0,05$).

ANDERSEN et al. (1988), avaliaram o efeito da luz e embalagem sobre a estabilidade de cor em presunto suíno fatiado e observaram que os valores de " a_H " decresciam de 15,0 para 11,0 nas primeiras 4 horas de exposição à luz, sob temperatura de 8°C e embalagem com permeabilidade ao oxigênio de $60 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}/\text{atm}$. CARBALLO et al. (1991), estudaram o efeito da luz sobre embutido curado cozido de carne suína (Bologna), fatiado, embalado a vácuo e exposto em temperaturas de zero e 7°C . Os autores observaram que, independentemente da temperatura utilizada na estocagem sob luz, os valores de " L " não apresentavam alteração ($P > 0,05$) ao longo do tempo de exposição, enquanto os valores de " a " apresentavam

decréscimo ($P < 0,05$) de 6,5 para 2,5 nos primeiros 4 dias de exposição e os valores de "b" aumentavam ($P < 0,05$) de 7,8 para 9,25 nos primeiros 3 dias permanecendo, então, sem alteração até o final do estudo (45 dias).

A relação entre valores de a^* e b^* (ACTON, 1979) e a variação global de cor ΔE (MINOLTA, 1994), que combina os valores das três coordenadas do espaço de cor (L^* , a^* , b^*) para quantificar a diferença de cor entre dois momentos, foram calculadas utilizando os valores obtidos (TABELA 15).

TABELA 15: Variação da cor, dentro de cada tratamento, nos diferentes tempos de exposição, expressa como ΔE e pela relação a^*/b^* .

	Tempo	T1	T2	T3	T4	T5
Relação a^*/b^*	0	1,61 ^a	1,61 ^a	1,62 ^a	1,62 ^a	1,63 ^a
	60	1,26 ^b	1,34 ^b	1,24 ^b	1,25 ^b	1,25 ^b
	120	1,19 ^c	1,18 ^c	1,18 ^c	1,17 ^c	1,23 ^b
ΔE (L^* , a^* , b^*)	60	2,69 ^b	2,37 ^b	2,91 ^a	2,67 ^b	2,65 ^a
	120	3,19 ^a	3,17 ^a	3,07 ^a	3,19 ^a	2,99 ^a

^{a,b}Valores dentro de uma mesma coluna e variável, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

A variação global de cor (ΔE), calculada para $t_{60}-t_0$ e para $t_{120}-t_0$, apresenta diferença ($P < 0,05$) para os tratamentos 1, 2 e 4, mas não para os tratamentos 3 e 5. A relação a^*/b^* apresentou desempenho semelhante aos valores de a^* isoladamente sendo que observa-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre os três tempos de exposição para todos os tratamentos, exceto para o tratamento T5 entre os tempos de 60 e 120 minutos.

Considerando-se os resultados da análise objetiva de cor, observados dentro de cada tratamento, pode-se afirmar que os parâmetros a^* e a^*/b^* , são os mais representativos da variação de cor que ocorre ao longo do tempo nas condições de exposição empregadas neste trabalho. Desta forma, estes parâmetros foram estabelecidos para descrever a variação de cor objetiva na análise comparativa entre os tratamentos.

4.5.2 Análise sensorial de cor: Diferença do padrão.

Em todos os tratamentos, as médias das notas de diferença do padrão mostraram alteração significativa ($P < 0,05$) de cor, para todos os tratamentos, entre os três tempos de exposição avaliados (TABELA 16). Mesmo para o tratamento T5, entre os tempos de exposição de 60 e 120 minutos, que não havia apresentado significância na análise objetiva de cor, foi observada diferença na avaliação sensorial.

TABELA 16: Comparação das notas de diferença do padrão, dentro de cada tratamento, para os diferentes tempos de exposição.

Tempo	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	0,4 ^c	0,3 ^c	0,5 ^c	0,2 ^c	0,2 ^c
60	3,9 ^b	3,2 ^b	3,3 ^b	3,6 ^b	3,1 ^b
120	5,3 ^a	5,0 ^a	5,1 ^a	5,5 ^a	5,2 ^a

^{a,b,c}Valores dentro de uma mesma coluna, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Na análise sensorial de cor por Diferença com o Padrão as fatias expostas à luz e oxigênio, para os diferentes tempos de exposição, são comparadas com o mesmo tratamento recém fatiado (padrão) sendo que a nota atribuída indica a intensidade da diferença de cor entre um e outro. Desta forma, quanto maior a nota atribuída, maior a intensidade de alteração de cor sofrida durante exposição e, conseqüentemente, menor a estabilidade do tratamento.

A diferença entre as médias das notas atribuídas para os tratamentos nos tempos de exposição zero e 60 minutos foram maiores que as diferenças entre as médias das notas atribuídas para os tempos de 60 e 120 minutos, indicando que a maior variação de cor detectada sensorialmente ocorreu nos primeiros 60 minutos de exposição. Esta observação esta coerente com os resultados obtidos nas análises objetivas de cor, onde os valores de a^* e a^*/b^* , também, apresentaram maior variação nos primeiros 60 minutos de exposição.

Considerando-se a variação de cor observada entre zero e 60 minutos, em relação à variação total (120 minutos), podemos estimar a intensidade de descoloração, para cada tratamento, através de percentuais. Em média, 80% da variação de cor observada por medida objetiva dos valores de a^* ou a^*/b^* , acontece nos primeiros 60 minutos de exposição das fatias. Esta proporção cai para 65% quando se utiliza o método sensorial por Diferença do Padrão.

DINEEN et al. (1998), trabalhando com presunto suíno proveniente de animais suplementados com vitamina E, observaram que a exposição refrigerada do produto fatiado à luz e oxigênio por 10 dias resultava em redução nos valores de "a" sendo que, 70% desta variação aconteceu até o segundo dia de exposição.

As curvas obtidas com os valores de a^*/b^* (FIGURA 5), para cada tratamento, apresentam uma inclinação negativa maior entre zero e 60 que entre 60 e 120 minutos enquanto que, para as notas atribuídas na análise de Diferença do Padrão, a inclinação é positiva, mas o comportamento entre os tempos de exposição é semelhante (FIGURA 6).

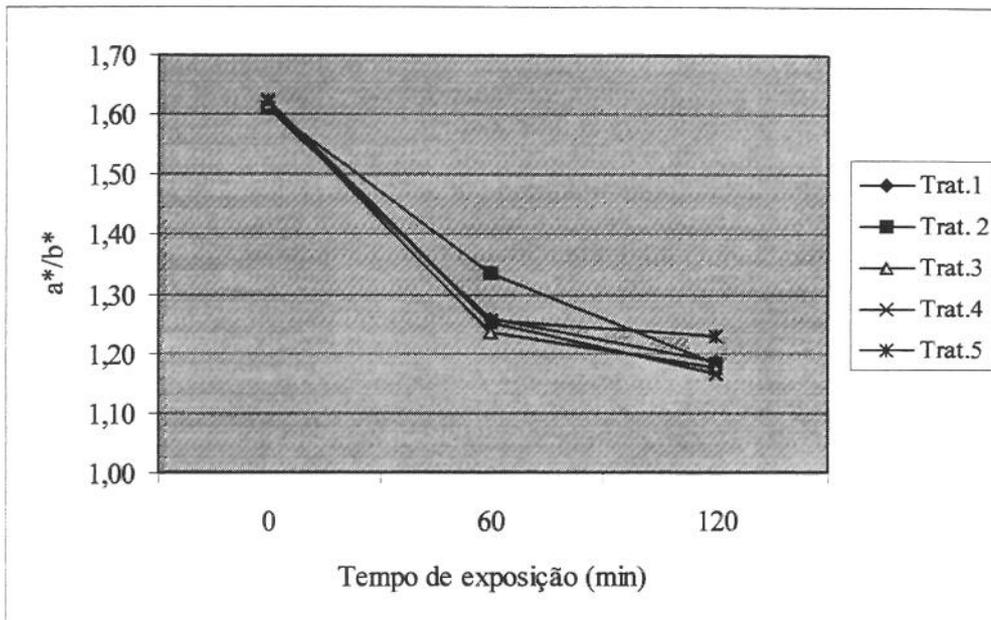


FIGURA 5: Variação de cor em fatias de apresuntado de peru, expostas à luz e oxigênio, medida através de análise objetiva de cor e expressa como valores de a^*/b^* .

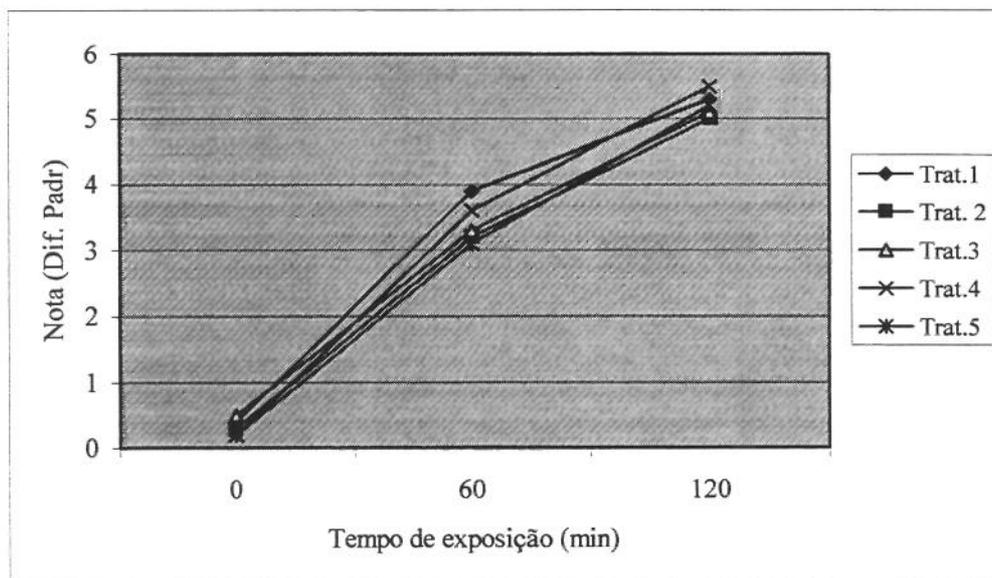


FIGURA 6: Variação de cor em fatias de apresuntado de peru, expostas à luz e oxigênio, medida através de análise sensorial e expressa em nota de diferença do padrão.

Portanto, a descoloração das fatias de apresuntado de peru expostas à luz e oxigênio foi percebida com intensidades semelhantes pela avaliação sensorial, expressa pelo aumento nas notas de diferença do padrão, e pela análise objetiva de cor, expressa pelo decréscimo nos valores de a^* e aumento nos valores de b^* .

Coerentemente, as medidas objetivas de cor e os resultados da análise sensorial por Diferença do Padrão apresetam correlação relativamente alta sendo que, o parâmetro a^* apresenta um coeficiente $r = -0,70$ (FIGURA 7) enquanto que, para a^*/b^* , tem-se valor $r = -0,79$ (FIGURA 8). Pode-se sugerir, portanto, que os valores de a^*/b^* , para o produto e condições de exposição utilizadas neste estudo, é o parâmetro mais adequado para uma avaliação objetiva do fenomeno de descoloração por apresentar boa sensibilidade a variações de cor e pela alta correlação com a percepção visual destas variações.

CHAN et al. (1995), trabalhando com estabilidade de cor em carne bovina, obtiveram boa correlação entre medidas sensoriais e objetivas de cor quando utilizados os valores de a^* ou os valores do "ângulo de tom", expresso através da equação $H = \tan^{-1}(b^*/a^*)$. No mesmo trabalho, os valores isolados de L^* e b^* , também, não foram considerados adequados como medidas da variação de cor em carne.

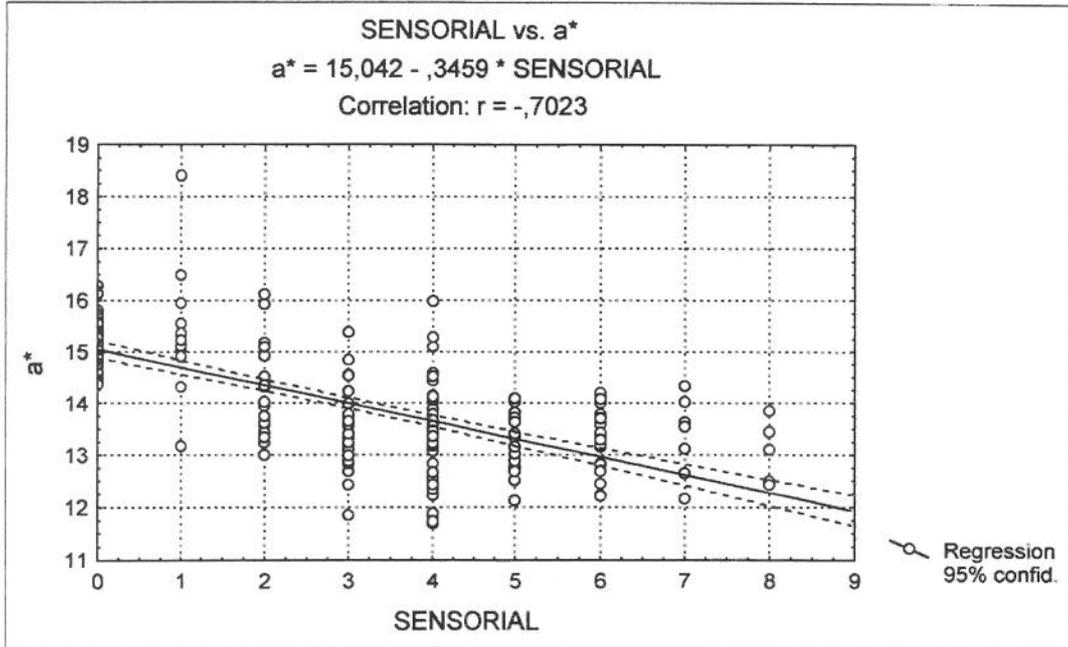


FIGURA 7: Correlação entre medida sensorial (Diferença do Padrão) e objetiva de cor (a^*).

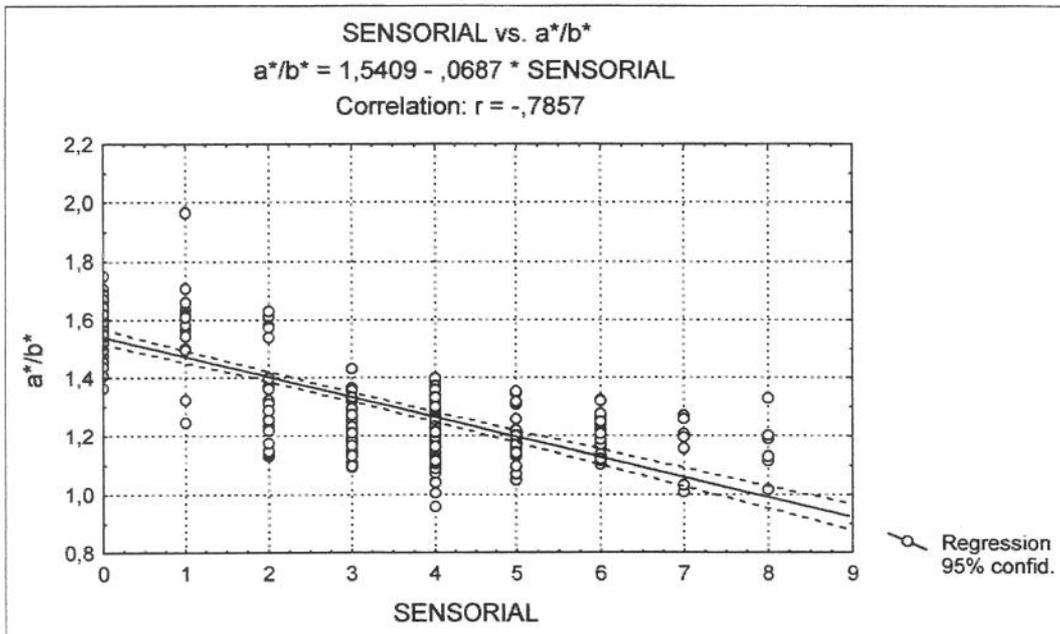


FIGURA 8: Correlação entre medida sensorial (Diferença do Padrão) e objetiva de cor (a^*/b^*).

4.6 Estabilidade da cor - Comparação entre tratamentos.

Quando compara-se os tratamentos entre si, as médias das notas da análise sensorial de diferença do padrão não apresentaram diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para cada tempo de exposição (TABELA 17). As médias dos valores a^* apresentam diferenças ($P < 0,05$) em relação ao controle (T1) para os tratamentos T2, no tempo zero, e T5, no tempo de 120 minutos. Estas diferenças, no entanto, podem ser consideradas irrelevantes visto que, não são confirmadas pelas médias dos valores a^*/b^* . Os tratamentos T3 e T4 não apresentaram diferença ($P > 0,05$) com o controle indicando que não houve influência dos maiores teores de α -tocoferol nos produtos sobre a estabilidade de cor das fatias expostas à luz e oxigênio.

TABELA 17: Comparação da variação de cor entre os tratamentos, para cada tempo de exposição, utilizando medidas de análises de cor objetiva e sensorial.

	Tempo	Tratamento				
		T1	T2	T3	T4	T5
a^*	0	14,97 ^b	15,55 ^a	15,29 ^{ab}	15,31 ^{ab}	15,06 ^{ab}
	60	13,63 ^{ab}	14,07 ^a	13,47 ^b	13,33 ^b	13,44 ^b
	120	12,98 ^b	13,41 ^{ab}	13,04 ^{ab}	12,87 ^b	13,50 ^a
a^*/b^*	0	1,61 ^a	1,61 ^a	1,62 ^a	1,62 ^a	1,63 ^a
	60	1,26 ^b	1,34 ^a	1,24 ^b	1,25 ^b	1,25 ^b
	120	1,19 ^{ab}	1,18 ^{ab}	1,18 ^{ab}	1,17 ^b	1,23 ^a
Diferença do Padrão (nota)	0	0,4 ^a	0,3 ^a	0,5 ^a	0,2 ^a	0,2 ^a
	60	3,9 ^a	3,2 ^a	3,3 ^a	3,6 ^a	3,1 ^a
	120	5,3 ^a	5,0 ^a	5,1 ^a	5,5 ^a	5,2 ^a

^{a,b}Valores dentro de uma mesma linha, não seguidos pela mesma letra, são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Também, comparando os tratamentos através da ordenação das amostras pelo grau de oxidação da cor, não é observada diferença ($P>0,05$) tanto para 60 quanto para 120 minutos de exposição (TABELA 18). Desta forma, sensorialmente, os níveis de suplementação empregados e os maiores teores de α -tocoferol nos produtos provenientes dos tratamentos T3 e T4, não afetaram a estabilidade de cor das fatias expostas nas condições de iluminação, tempo e temperatura utilizados neste trabalho.

TABELA 18: Ordenação do grau de oxidação dos tratamentos aos 60 e 120 minutos de exposição.

Tratamento	Tempo de exposição	
	60 min.*	120 min.*
T1	14,67	14,50
T2	17,83	15,00
T3	11,33	13,50
T4	14,50	17,33
T5	16,33	14,67

*Médias dos tratamentos (colunas) não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre si.

Houben & Gerris (1998), estudaram o efeito da suplementação de α -tocoferol ao nível de 200 IU/kg de ração, por 12 semanas pré-abate, sobre a estabilidade de cor em presunto suíno cozido fatiado e embalado sob condições de vácuo ou atmosfera modificada com baixo teor de oxigênio. A suplementação resultou em teores de α -tocoferol de 0,760 mg/100g de carne, contra 0,140 mg/100g de carne obtido nos animais não suplementados. As amostras estocadas por 22 dias a 7°C, sob iluminação constante, não

apresentaram diferença ($P>0,05$) entre produtos provenientes de animais suplementados e não suplementados. A variação nos valores de L^* e de a^* , não foram significativas ($P>0,05$) para embalagens a vácuo sendo que, para embalagens com atmosfera modificada, somente os valores de a^* apresentaram decréscimo ($P<0,05$) entre zero e 22 dias de exposição.

HIGGINS et al. (1998), observaram que a estabilidade de cor em peito de peru com teor de α -tocoferol de 0,52 mg/100g, após cozimento, fatiamento e exposição a 4°C e 616 lux, não diferia significativamente daquela obtida em peito com teor de α -tocoferol de 0,10 mg/100g. O aumento nos valores de TBA, no entanto, foi significativamente menor para maiores teores de α -tocoferol.

WALSH et al. (1998), avaliaram o efeito da concentração de vitamina E em presunto cozido de peito de peru sobre a estabilidade de cor de fatias embaladas em filme com alta permeabilidade e expostas a 4°C e 616 lux. Nas condições de suplementação (600 mg/kg de ração por 21 semanas) e processamento utilizadas, o produto proveniente de animais suplementados apresentava teor de α -tocoferol de 1,300 mg/100g enquanto que, o produto proveniente de animais com suplementação controle apresentava concentração de 0,171 mg/100g. Foi observado que a estabilidade de cor e oxidativa do produto com maior teor de α -tocoferol eram superiores ($P<0,05$) até 6 dias de exposição.

Entre todos os níveis de suplementação utilizados em nosso trabalho, o tratamento T3 foi o que gerou o teor de α -tocoferol mais elevado no produto curado cozido de sobrecoxas de peru (0,483 mg/100g). Além de um teor de α -tocoferol, pelo menos, 2,6 vezes menor, a intensidade de iluminação utilizada neste trabalho é quase 3 vezes maior que o utilizado por WALSH et al. (1998). Considerando-se, ainda a maior susceptibilidade de carnes vermelhas à oxidação,

em comparação com carne de peito (WEBB et al., 1972), tem-se uma explicação plausível para o fato de não ter sido detectada nenhuma diferença significativa entre as médias dos tratamentos estudados.

5. CONCLUSÃO

O nível de suplementação de 213 mg de α -tocoferol/kg de ração, ao longo de duas e três semanas, na alimentação de perus, foi suficiente para promover concentrações de vitamina E superiores, em relação à suplementação controle (28 mg/kg), na carne de sobrecoxas e nos produtos curados cozidos.

No entanto, o efeito esperado do aumento das concentrações de vitamina E na carne sobre a melhoria da estabilidade de cor dos apresuntados fatiados, não foi comprovado por análises sensoriais e objetivas de cor para os níveis de suplementação e condições de exposição utilizadas neste estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACTON, J. C.; DICK, R. L.; TORRENCE, A. K. Turkey ham properties on processing and cured color formation. **Poultry Science**, Champaign, v.58, n.5, p.843-847, 1979.
2. ADDIS, P. B. Poultry muscle as food. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. 1st Ed. Orlando, Academic Press Inc., 1986. Cap. 9, p. 371-404.
3. AHN, D. U.; WOLFE, F. H.; SIM, J. S. Dietary α -linolenic acid and mixed tocopherols, and packaging influences on lipid stability in broiler chicken breast and leg muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.5, p.1013-1018, 1995.
4. AKAMITTATH, J. G.; BREKKE, C. J.; SCHANUS, E. G. Lipid oxidation and color stability in restructured meat systems during frozen storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.6, p.1513-1517, 1990.
5. ALLEN, C. G.; FOEGEDING, E. A. Some lipid characteristics and interations in muscle foods – a review. **Food Technology**, Chicago, v.35, n.5, 253-257, 1981.
6. ANDERSEN, H. J.; BERTELSEN, G.; BOEGH-SOERENSEN, L.; SHEK, C. K.; SKIBSTED, L. H. Effect of light and packaging conditions on the colour stability of sliced ham. **Meat Science**, Barking, v.22, n.2, p.283 – 292, 1988.
7. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**, 15th ed., Arlington, AOAC Press. 1990.
8. ASGHAR, A.; LIN, C. F.; GRAY, J. I.; BUCKLEY, D. J.; BOOREN, A. M.; FLEGAL, C. J. Effects of dietary oils and α -tocopherols supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.1, p.46-50, 1990.

9. ASGHAR, A.; GRAY, J. I.; BOOREN, A. M.; GOMAA, E. A.; ABOUZIED, M. M.; MILLER, E. R; BUCKLEY, D. J. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of α -tocopherol in the muscle and on pork quality. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v.57, n.1, p.31-41, 1991.
10. BAILEY, M. E.; FRAME, R. W.; NAUMANN, H. D. Studies of the photooxidation of nitrosomyoglobin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.12, n.1, p.89-93, 1964.
11. BAKER, R. C.; DARFLER, J. M. The development of a poultry ham product. **Poultry Science**, Champaign, v.60, n.7, p.1429 – 1435, 1981.
12. BARBUT, S.; MITTAL, G. S. Effects of pH on physical properties of white and dark turkey meat. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.8, p.1557 – 1565, 1993.
13. BARTOV, I.; BORNSTEIN, S. Stability of abdominal fat and meat of broilers: the interrelationship between the effects of dietary fat and vitamin E supplements. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.18, n.1, p.47-57, 1977.
14. BARTOV, I.; BORNSTEIN, S. Stability of abdominal fat and meat of broilers: Combined effect of dietary vitamin E and synthetic antioxidants. **Poultry Science**, Champaign, v.60, n.8, p.1840-1845, 1981.
15. BARTOV, I.; BASKER, D.; ANGEL, S. Effect of dietary vitamin E on the stability and sensory quality of turkey meat. **Poultry Science**, Champaign, v.62, n.7, p.1224-1230, 1983.

16. BARTOV, I.; KANNER, J. Effect of high levels of dietary iron, iron injection, and dietary vitamin E on the oxidative stability of turkey meat during storage. **Poultry Science**, Champaign, v.75, n.8, p.1039-1046, 1996.
17. BATER, B.; DESCAMPS, O.; MAURER, A. J. Quality characteristics of cured turkey meat with added hydrocolloids. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.1, p.349-354, 1993.
18. BENDER, F. E.; DOUGLASS, L. W.; KRAMER, A. **Statistical Methods for Food and Agriculture**. 2nd Ed. AVI Publishing Company Inc., Westport, 345 p., 1982.
19. BROWN, C. L.; HEDRICK, H. B.; BAILEY, M. E. Characteristics of cured ham as influenced by levels of sodium nitrite and sodium ascorbate. **Journal of Food Science**, Chicago, v.39, n.5, p.977 – 979, 1974.
20. BRUBACHER, G.; MÜLLER-MULOT, W.; SOUTHGATE, D. A. T. **Methods for the Determination of Vitamins in Food – Recommended by COST 91**, Elsevier, New York, p.97-106, 1985.
21. BUCKLEY, D. J.; CONNOLLY, J. F. Influence of alpha-tocopherol (vitamin E) on storage stability of raw pork and bacon. **Journal of Food Protection**, v.43, n.4, p.265-268, 1980.
22. BUCKLEY, D. J. GRAY, J. I.; ASGHAR, A.; PRICE, J. F.; CRACKEL, R. L.; BOOREN, A. M.; PEARSON, A. M.; MILLER, E. R. Effects of dietary antioxidants and oxidized oil on membranal lipid stability of pork product quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.5, p.1193-1195, 1989.

23. BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, I. J. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.10, p.3122-3130, 1995.
24. CARBALLO, J.; CAVESTANY, M.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Effect of light on colour and reaction of nitrite in sliced pork bologna under different chilled storage temperatures. **Meat Science**, Barking, v.30, n.3, p.235 – 244, 1991.
25. CASSENS, R. G.; GREASER, M. L.; ITO, T.; LEE, M. Reactions of nitrite in meat. **Food Technology**, Chicago, v.33, n.1, p.46–57, 1979.
26. CHAN, W. K. M.; HAKKARAINEM, K.; FAUSTMAN, C.; SCHAEFER, D. M.; SCHELLER, K. K.; LIU, Q. Color stability and microbial growth relationships in beef as affected by endogenous alpha-tocopherol. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.5, p.966-971, 1995.
27. CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M.; KRAUSGRILL, D. I. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. **Meat Science**, Barking, v.39, n.2, p.255-264, 1995.
28. DAWSON, L. E.; SCHIERHOLZ, K. Influence of gridding, cooking and refrigerated storage on lipid stability in turkey. **Poultry Science**, Champaign, v.55, n.2, p.618-622, 1976.
29. DE WINNE, A.; DIRINCK, P. Studies on vitamin E and meat quality. 2. Effect of feeding high vitamin E levels on chicken meat quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.44, n.7, p.1691-1696, 1996.

30. DINEEN, N. M.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J.; SMYTH, A.; LYNCH, P. B.; ARENDT, E.K. **Reduced nitrite levels and vitamin E supplementation: effects on colour stability of cooked hams.** In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY. 44., Barcelona, 1998. Proceedings. Madrid, Institute for Food and Agricultural Research and Technology (IRTA); EUROCARNE, 1998, p.410-411.
31. ERDMAN, A. M.; WATTS, B. M. Spectrophotometric determination of color change in cured meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.5, n.6, p.453-455, 1957.
32. FAUSTMAN, C.; CASSENS, R. G.; SCHAEFER, D. M.; BUEGE, D. R.; WILLIAMS, S. N.; SCHELLER, K. K. Improvements of pigment and lipid stability in Holstein steer by dietary supplementation with vitamin E. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.4, p.858-862, 1989.
33. FELDHUSEN, F.; KOCH, R.; GIESE, W.; WENZEL, S. Colour and colour stability of meat cured hot and of meat cured cold. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt am Main, v.66, n.6, p.1028–1030, 1986.
34. FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: Características físicas e organolépticas. In: **Anais dos Simpósios e Workshops da XXXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** Eds: Antônio M. Penz junior, Luis O. B. Afonso, Gustavo J. Wassermann. Porto Alegre, SBZ, 1999.
35. FOX, J. B. The chemistry of meat pigments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.14, n.2, p.207 – 210, 1966.

36. FOX, J. B.; TOWNSEND, W. E.; ACKERMAN, S. A.; SWIFT, C. E. Cured color development during frankfurter processing. **Food Technology**, Chicago, v.21, n.2, p.386-392, 1967.
37. FOX, J. B.; ACKERMAN, S. A. Formation of nitric oxide myoglobin: mechanisms of the reaction with various reductants. **Journal of Food Science**, Chicago, v.33, n.2, p.364 – 370, 1968.
38. FOX, J. B.; NICHOLAS, R. A. Nitrite in meat: effect of various compounds on loss of nitrite. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.22, n.2, p.302 – 306, 1974.
39. FRONING, G. W.; DADDARIO, J.; HARTUNG, T. E. Color and myoglobin in turkey meat as affected by age, sex and strain. **Poultry Science**, Champaign, v.47, n.5, p.1827-1835, 1968.
40. HIGGINS, F. M.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P.A. Effect of dietary α -tocopheryl acetate supplementation on α -tocopherol distribution in raw turkey muscles and its effect on the storage stability of cooked turkey meat. **Meat Science**, Barking, v.50, n.3, p.373-383, 1998.
41. HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Principles of meat science**. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994, 354p.
42. HOUBEN, J. H.; GERRIS, C. V. M. Effect of dietary supplementation with vitamin E on colour stability of packaged, sliced pasteurized ham. **Meat Science**, Barking, v.50, n.4, p.421-428, 1998.
43. JANKY, D. M.; FRONING, G. W. The effect of pH and certain additives on heat denaturation of turkey meat myoglobin. **Poultry Science**, Champaign, v.52, n.1, p.152-159, 1973.

44. JENSEN, C.; GUIDERA, J.; SKOVGAARD, I. M.; STAUM, H.; SKIBSTED, L. H.; JENSEN, S. K.; MOLLER, A. J.; BUCKLEY, J.; BERTELSEN, G. Effects of dietary α -tocopheryl acetate supplementation on α -tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. **Meat Science**, Barking, v.45, n.4, p.491-500, 1997.
45. LEE, S. H.; CASSENS, R. G. Nitrite binding sites on myoglobin. **Journal of Food Science**, Chicago, v.41, n.4, p.969 – 970, 1976.
46. LIN, C. F.; ASGHAR, A.; GRAY, J. I.; BUCKLEY, D. J.; BOOREN, A. M.; CRACKEL, R. L.; FLEGAL, C. J. Effects of oxidized dietary oil and antioxidant supplementation on broiler growth and meat stability. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.30, n.4, p.855-864, 1989.
47. LIN, H. S.; SEBRANEK, J.G. Effect of sodium nitrite concentration and packaging conditions on color stability and rancidity development in sliced bologna. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.5, p.1451-1454, 1979.
48. LIN, H. S.; SEBRANEK, J. G.; GALLOWAY, D. E.; LIND, K. D. Effect of sodium erythorbate and packaging conditions on color of sliced bologna. **Journal of Food Science**, Chicago, v.45, n.1, p.115-122, 1980.
49. MANDIGO, R. W. & KUNERT, F. Accelerated pork processing: cured color stability of hams. **Journal of Food Science**, Chicago, v.38, n.5, p. 1078-1079, 1973.

50. MARUSICH, W. L.; DE RITER, E.; OGRINZ, E. F.; KEATING, J.; MITROVIC, M.; BUNNELL, R. H. Effect of supplemental vitamin E in control of rancidity in poultry meat. **Poultry Science**, Champaign, v.54, n.3, p.831-844, 1975.
51. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd edition. Local de publicação: CRC Press, 1999. 387p.
52. MERCIER, Y.; GATELLIER, P.; VIAU, M.; REMIGNON, H.; RENERRE, M. Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. **Meat Science**, Barking, v.48, n.3/4, p.301-318, 1998.
53. MHR-VIANDES. **Poultry - Productions by countries 94-99**. Disponível em:
<http://www.mhr-viandes.com/en/docu/docu/d0000036.htm>
Acesso em 20/05/2001.
54. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento Técnico para Informação Nutricional Complementar**, Anexo B2, Acta 04/97 MERCOSUL (reunião de novembro de 1997).
55. MINOLTA. **Precise Color Communication – Color control from feeling to instrumentation**. Minolta Camera Co., Ltd., Osaka-Japan, 1994, 49 p.
56. MITSUMOTO, M.; ARNOLD, R. N.; SCHAEFER, D. M.; CASSENS, R.G. Dietary versus post mortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.7, p.1812-1817, 1993.

57. MONAHAN, F. J.; BUCKLEY, D. J.; GRAY, J. I.; MORRISSEY, P.A.; ASGHAR, A.; HANRAHAN, T. J.; LYNCH, P. B. Effect of dietary vitamin E on the stability of raw and cooked pork. **Meat Science**, Barking, v.27, n.2, p.99-108, 1990.
58. MORRISSEY, P. A.; BRANDON, S.; BUCKLEY, D. J.; SHEEHY, P. J. A.; FRIG, M. Tissue content of α -tocopherol and oxidative stability of broilers receiving dietary α -tocopheryl acetate supplement for various periods pre-slaughter. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.38, n.1, p.84-88, 1997.
59. MÜLLER, W. D. Kochpökelwaren. Einfluss der Herstellungstechnologie. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt am Main, v.71, n.1, p.8-18, 1991.
60. OLIVO, R. **Carne PSE em frangos**. São Paulo, 1999. 97p. Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.
61. PEARSON, A. M.; LOVE, J. D.; SHORLAND, F. B. "Warmed-over" flavor in meat, poultry, and fish. In: **Advances in food research**, CHICHESTER, C. O., Academic Press Inc., New York, 1977, 436p.
62. PRUSA, K. J.; KREGEL, K. K. Effect of muscle type and sodium tripolyphosphate on residual nitrite, pH, color, and Instron measurements of turkey frankfurters. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.11, p.2165-2170, 1985.
63. REITH, J. F.; SZAKALY, M. Formation and stability of nitric oxide myoglobin: studies with model systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v.32, n.1, p.188-193, 1967a.

64. REITH, J. F.; SZAKALY, M. Formation and stability of nitric oxide myoglobin: studies on meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v.32, n.1, p.194-196, 1967b.
65. RENERRE, M.; PONCET, K.; MERCIER, Y.; GATELLIER, P.; MÉTRO, B. Influence of dietary fat and vitamin E on antioxidant status of muscles of turkey. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.47, n.1, p. 237-244, 1999.
66. ROMANO, M.A. **Estabilidade da cor de apresuntado de peru: efeitos do sistema de embalagem, do eritorbato de sódio e da glucose-oxidase**. Campinas, 2001. 105 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
67. SANTE, V.S.; LACOURT, A. The effect of dietary α -tocopherol supplementation and antioxidant spraying on colour stability and lipid oxidation of turkey meat. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v.65, n.4, p.503-507, 1994.
68. SEBRANEK, J. G.; FOX, J.B. A review of nitrite and chloride chemistry interactions and implications for cured meats. **Journal of Science Food and Agricultural**, Oxford, v.36, n.11, p.1169-1182, 1985.
69. SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Coordenação de Serviços Técnicos Especializados. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1

70. SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA AGROPECUARIA. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes: Métodos físicos e químicos.** Brasília, 1981. v.2
71. SHEEHY, P. J. A.; MORRISSEY, P. A.; PLYNN, A. Influence of dietary alpha-tocopherol concentrations in chick tissues. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.32, n.2, p.391-398, 1991.
72. SHELDON, B.W. Effect of dietary tocopherol on the oxidative stability of turkey meat. **Poultry Science**, Champaign, v.63, n.4, p.673-681, 1984.
73. SHELDON, B. W.; CURTIS, P. A.; DAWSON, P. L, FERKET, P. R. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability, flavor, color, and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.4, p.634-641, 1997.
74. SIEDLER, A. J.; SCHWEIGERT, B. S. Effects of heat, nitrite level, iron salts and reducing agents on formation of denatured nitrosomyoglobin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.7, n.4, p.271-274, 1959.
75. SKLAN, D.; TENNE, Z.; BUDOWSKI, P. The effect of dietary fat and tocopherol on lipolysis and oxidation in turkey meat stored at different temperatures. **Poultry Science**, Champaign, v.62, n.10, p.2017-2021, 1983.

76. TROUT, G. R. Variation in myoglobin denaturation and color of cooked beef, pork and turkey meat as influenced by pH, sodium chloride, sodium tripolyphosphate and cooking. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.3, p.536-540, 1989.
77. USDA. **Per capita turkey meat consumption - selected countries**.
Disponível em:
<http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2001/01-03lp/turkpcc.pdf>
Acesso em: 20/mai/2001.
78. U.S. FDA (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). **Bacteriological Analytical Manual**, 8th ed., Maryland, AOAC Press. 1998.
79. WALSH, M. M.; KERRY, J. F.; BUCKLEY, D. J.; ARENDT, E. K.; MORRISSEY, P. A. Effect of dietary supplementation with α -tocopheryl acetate on the stability of reformed and restructured low nitrite cured turkey products. **Meat Science**, Barking, v.50, n.2, p.191-201, 1998.
80. WEBB, R. W.; MARION, W. W.; HAYSE, P. L. Effect of tocopherol supplementation on the quality of precooked and mechanically deboned turkey meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v.37, n.6, p.853-856, 1972.
81. WEN, J.; MORRISSEY, P. A.; BUCKLEY, D. J.; SHEEHY, P. J. A. Oxidative stability and α -tocopherol retention in turkey burgers during refrigerated and frozen storage as influenced by dietary α -tocopheryl acetate. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.37, n.4, p.787-795, 1996.
82. YEN, J. R.; BROWN, R. B.; DICK, R. L.; ACTON, J. C. Oxygen transmission rate of packaging films and light exposure effects on the color stability of vacuum-packaged dry salami. **Journal of Food Science**, Chicago, v.53, n.4, p.1043-1046, 1988.