

Estabilidade oxidativa e qualidade de bifeinhos para cães formulados com antioxidante natural

Alessandra Aparecida Silva^{1*}, Steffane Ariane Pena², Fernanda Gomes de Assis², Natália Montefoglia², Leandro Dalcin Castilha¹, Sheila Tavares Nascimento¹, Ricardo Souza Vasconcellos¹

¹Professor da Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá – PR, Brasil.

²Acadêmico da Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá - PR, Brasil.

*Email do autor correspondente: tec200@hotmail.com

RESUMO. Foram fabricados 320 bifeinhos para cães (*snacks* semiúmidos), formulados com a mesma composição de ingredientes (farinhas animais, batata desidratada, conservantes e aditivos), com exceção do aditivo antioxidante, que consistiu nos tratamentos avaliados: bifeinho com antioxidante natural (BAN); bifeinho com antioxidante sintético (BAS) e formulação comercial (PADRÃO). O antioxidante natural foi composto à base de tocoferol (90 g/kg), óleo de alecrim (30 g/kg) e ácido cítrico (20 g/kg), enquanto o antioxidante sintético foi composto por BHA (220 g/kg) e BHT (210 g/kg). Uma alíquota de 160 bifeinhos foi submetida à estufa a 60°C, por um período de 10 dias consecutivos, enquanto os outros 160 foram embalados em embalagem metálica e armazenados por igual período em temperatura ambiente, sem a presença de luz. As análises realizadas no laboratório foram: matéria seca, umidade, pH, coloração (componentes L^* , a^* e b^*), acidez e oxidação lipídica através da determinação das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS). Houve diferenças ($P < 0,05$) entre os valores médios de TBARS para os diferentes antioxidantes empregados, em que os bifeinhos PADRÃO apresentaram melhor estabilidade oxidativa em relação ao BAS e ao BAN, respectivamente. Quando submetidos à estufa, os bifeinhos tiveram menor valor médio ($P < 0,05$) de pH, L^* (mais escuros), maior acidez e TBARS (maior oxidação) comparação com aqueles não submetidos ao aquecimento. Houve interação ($P < 0,05$) entre as formulações de bifeinhos utilizadas (BAN, BAS e PADRÃO) e o tratamento com e sem estufa, em que o tratamento BAS apresentou maior valor de a^* quando submetido à estufa. Com relação ao valor de b^* , todos os tratamentos aquecidos em estufa apresentaram valores inferiores ($P < 0,05$) aos não aquecidos. A estabilidade oxidativa dos bifeinhos formulados com antioxidante natural na dosagem testada foi menor, em comparação com as demais formulações. Por outro lado, os outros parâmetros de qualidade como o pH, luminosidade, umidade e acidez destes bifeinhos foi pouco afetada. De forma geral, o aquecimento prolongado dos bifeinhos em estufa afetou negativamente todos os parâmetros de qualidade, com exceção da umidade.

Palavras chave: Alimentação animal, animal de companhia, oxidação, vida de prateleira

Oxidative stability and quality of snacks for dogs formulated with natural antioxidant

ABSTRACT. Three hundred and twenty semi-humid snacks were manufactured formulated with the same ingredients composition (animal meals, dehydrated potatoes, preservatives and additives), except for the antioxidant additive, which consisted of the evaluated treatments: snack with natural antioxidant (BAN); snack with synthetic antioxidant (BAS) and snack of commercial formulation (STANDARD). The natural antioxidant was composed of tocopherol (90 g / kg), Rosemary oil (30 g / kg) and citric

acid (20 g / kg), while the synthetic antioxidant was composed of BHA (220 g / kg) and BHT (210 g / kg). One hundred and sixty snacks were submitted to the stove at 60°C, during 10 consecutive days, while the other 160 was packed in metallic packaging and stored for the same period at room temperature, without the presence of light. The analyses performed in the laboratory were: dry matter, moisture, pH, coloration (L^* , a^* and b^* components), acidity and lipid oxidation through the determination of Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS). There were differences ($P<0.05$) among the mean values of TBARS for the different antioxidants employed, in which the STANDARD snacks presented better oxidative stability in relation to BAS and BAN, respectively. When submitted to the stove, the snacks had a lower mean value ($P<0.05$) of pH, L^* (darker), higher acidity and TBARS (higher oxidation) compared to those not submitted to the stove. There was interaction ($P<0.05$) between the formulations of snacks evaluated (BAN, BAS and STANDARD) and treatments submitted or not do stove, where the BAS treatment showed a higher value of a^* when submitted heated. Regarding the value of b^* , all the treatments heated in the stove presented lower values ($P<0.05$) than those not heated. The oxidative stability of the snacks formulated with natural antioxidant was lower in the tested dosage compared to the other formulations. However the other quality parameters such as pH, luminosity, humidity and acidity of these snacks were little affected. In general, the prolonged heating of the snacks in stove affected negatively all the quality parameters, except for the humidity.

Keywords: Feeding animals, pet animal, oxidation, shelf life

Estabilidad oxidativa y calidad de chuletas para cachorros preparados con antioxidantes naturales

RESUMEN. 320 chuletas fueron fabricadas para cachorros (Aperitivos semihúmedos), formuladas con la misma composición de ingredientes (Harinas de origen animal, papas deshidratadas, conservantes y aditivos), con la excepción del aditivo antioxidante, que consistía en los tratamientos evaluados: chuletas con antioxidante natural (BAN); chuletas con antioxidante sintético (BAS); y la formulación comercial (ESTÁNDAR). El antioxidante natural utilizado estaba compuesto de tocoferol (90 g / kg), aceite de romero (30 g / kg) y ácido cítrico (20 g / kg), y el antioxidante sintético de BHA (220 g / kg) y BHT (210 g / kg). Una muestra de 160 chuletas fue colocada en el horno a 60 °C, durante un período de 10 días consecutivos, mientras que los otros 160 fueron envueltos en papel aluminio y almacenados en el mismo período a temperatura ambiente, sin presencia de la luz. Las análisis realizadas en el laboratorio fueron: materia seca, humedad, pH, coloración (componentes L^* , a^* e b^*), acidez y la oxidación de lípidos mediante la determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS). Hubo diferencias ($P<0,05$) entre los valores medios de TBARS para los diferentes antioxidantes empleados, en el que las chuletas STANDARD mostraron una mejor estabilidad a la oxidación en comparación con BAN y el BAS, respectivamente. Cuando llevados al horno, las chuletas tuvieron menor promedio ($P<0,05$) de pH, L^* (más oscuro), y mayor acidez y TBARS (oxidación más alta) en comparación con las que no se sometieron a calor. Hubo interacción ($P<0,05$) entre los tipos de chuletas utilizadas (BAN, BAS e PADRÃO) y el tratamiento con y sin calor, siendo que el tratamiento BAS mostró mayor valor de a^* cuando fue sometido a calor. Con relación al valor de b^* , todos los tratamientos calentados en horno mostraron valores menores ($P<0,05$) a los no calentados. La estabilidad oxidativa de las chuletas formuladas con antioxidantes naturales en la dosis ensayada fue menor, en comparación con las otras formulaciones. Por otro lado, los otros parámetros de calidad tales como el pH, luminousidad, humedad y acidez de estas chuletas fueron poco afectados. De forma general, el calentamiento prolongado de las chuletas afecto negativamente todos los parámetros de calidad, con la excepción de la humedad.

Palabras clave: alimentación animal, animal doméstico, oxidación, la roya, la vida útil

Introdução

O crescimento do mercado pet em nível global tem atingido marcas inéditas. No Brasil, existem cerca de 52,2 milhões de cães e 22,1 milhões de gatos, sendo esse o segundo maior país produtor de alimentos para pets, perdendo somente para os Estados Unidos (IBGE, 2015). Algumas projeções apontam que as vendas de pet food no Brasil alcançarão US\$ 6,4 bilhões até 2019 (ABINPET, 2016). Ao mesmo ritmo de crescimento está a busca por produtos da indústria pet food que sejam saudáveis, de qualidade assegurada e nutritivos (Cappelli et al., 2016).

Auxiliando no equilíbrio da dieta de animais pet, os petiscos têm sido altamente empregados na alimentação desses animais, sendo oferecidos normalmente aos animais como recompensa. Dentre eles, se destaca o bifeinho para cães, que é um alimento semiúmido (20 a 35% de umidade), processado com pedaços de carne bovina fresca, farinha e vísceras, em formato de tablete. Os bifeinhos possuem alto teor de proteína, em torno de 40%; porém também é uma boa fonte mineral e energética. Parte desta energia provém do conteúdo de carboidrato e lipídios presentes em sua composição. Seu processamento é feito através da extrusão, que combina alta pressão, umidade e altas temperaturas.

Assim como todo o alimento composto de gorduras ou óleos, deve-se tomar cuidado com o desenvolvimento de processos oxidativos, durante o processamento e estocagem destes. A oxidação lipídica afeta a qualidade nutricional devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, e é responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis, o que torna os alimentos impróprios para consumo, prejudicando a qualidade, integridade e segurança dos alimentos devido à formação de compostos potencialmente tóxicos (Xiong, 2000).

Como medida usual, a indústria pet food tem feito o uso de antioxidantes, na busca por melhorar a estabilidade oxidativa e consequentemente estender o tempo de vida de prateleira dos produtos. Os antioxidantes podem ser aditivos sintéticos ou naturais, capazes de neutralizar os radicais livres e inibir ou retardar a oxidação (Butolo, 2002). Dentre os sintéticos, os mais utilizados na indústria são o butil-hidroxi-tolueno (BHT), butil-hidroxi-anisol (BHA) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ) (Saad and França, 2010). A estrutura fenólica destes compostos permite a

doação de um próton a um radical livre, regenerando, assim, a molécula do acilglicerol e interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres (Ramalho and Jorge, 2006).

No Brasil, o Ministério da Saúde limita o uso destes antioxidantes, como concentrações máximas permitidas em 200 mg/kg para BHA e TBHQ e 100 mg/kg para BHT. Já para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016) e segundo o Jornal Oficial da União Europeia (OJEU, 2003), a mistura de etoxiquina com BHA e/ou BHT é autorizada desde que a concentração total da mistura não exceda 150 mg/kg de alimento final para o consumo dos animais. Alguns questionamentos são observados em relação à segurança no uso dessas substâncias. Estudos toxicológicos realizados em experimentos com animais demonstraram a possibilidade de apresentarem efeito carcinogênico. Em roedores, outros estudos apontaram hiperplasia gastrointestinal, por um mecanismo desconhecido (Ramalho and Jorge, 2006).

Frente a uma exigência do mercado externo pelo não uso de aditivos sintéticos, dentre eles os antioxidantes, em produtos alimentares de linha pet, tem aumentado a busca pelos naturais. Uma das opções seria o uso de antioxidantes compostos à base de vitamina E. Esta vitamina, também conhecida como tocoferol, é considerada um antioxidante natural e pode ser encontrada na natureza em quatro diferentes formas α , β , γ e δ -tocoferol, sendo o α -tocoferol a forma antioxidante amplamente distribuída nos tecidos e no plasma, que atua no bloqueio da reação em cadeia da peroxidação lipídica, através do sequestro do radical peroxila. Ainda, esta vitamina tem impedido ou minimizado os danos causados pelos radicais livres associados às doenças como o câncer, envelhecimento, distúrbios cardiovasculares entre outras (Heinonen et al., 1998). O ácido ascórbico (vitamina C) é o antioxidante mais comum presentes nos citrinos. Devido à ausência de uma enzima, ela não pode ser sintetizada por humanos. Além da sua atividade antioxidante, é essencial para a prevenção de gengivite e escorbuto (Afzal and Armstrong, 2002). Dentre as especiarias, o alecrim é o que apresenta o maior poder antioxidante, e este efeito deve-se principalmente à capacidade dos constituintes fenólicos de doar hidrogênio para os radicais livres, formando radicais estáveis, e também em parte à capacidade

de sequestrar radicais peróxidos (O_2) ([Ramalho and Jorge, 2006](#)).

A substituição dos antioxidantes sintéticos por antioxidantes naturais em bifeinhos garantiria extensão do tempo de vida de prateleira do produto, mantendo os parâmetros de qualidade, o que satisfaria os consumidores que prezam pela dieta saudável de seus animais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade oxidativa e a qualidade de bifeinhos para cães formulados com incorporação de antioxidante natural (à base vitamina E, Rosemary e ácido cítrico).

Material e Métodos

Foram fabricados 320 bifeinhos para cães (*snacks* semiúmidos) de forma que os ingredientes foram pesados e levados para o cutter, que transformou a mistura em um farelo homogêneo, durante 6 minutos. O conteúdo foi homogeneizado no misturador, com adição da farinha de carne por 5 minutos. Em seguida, levou-se para a máquina extrusora com temperatura, resultando na mudança da estrutura e composição do produto final. Posteriormente, os bifeinhos foram conduzidos à estufa em temperatura crescente, durante 7 a 8 horas (uma hora a 45°C, seis horas a 65°C e uma hora a 90°C). Em seguida, o produto foi retirado da estufa para o resfriamento em temperatura ambiente, no período de 24 horas, seguido de corte e acondicionamento em embalagem laminada, que protege contra a umidade e proporciona uma barreira a luz.

Os bifeinhos foram formulados com a mesma composição de ingredientes, com exceção do aditivo antioxidante ([Tabela 1](#)): Bifeinhos com Antioxidante Natural – Com uso de tocoferóis, óleo de alecrim e ácido cítrico (BAN); Bifeinho com Antioxidante Sintético – Com uso de uma mistura de BHA e BHT (BAS) e formulação comercial (PADRÃO).

Uma alíquota de 160 bifeinhos foi submetida à estufa a 60°C, por um período de 10 dias consecutivos. O aquecimento dos bifeinhos por tempo prolongado ocasionaria o aceleração da peroxidação, reduzindo o tempo necessário do estudo de shelflife. Os outros 160 bifeinhos foram embalados em embalagem metálica e armazenados por igual período em temperatura ambiente, servindo como controle.

As análises realizadas no laboratório foram: matéria seca, umidade, coloração, acidez, pH e oxidação lipídica através da determinação das

Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS).

Tabela 1. Ingredientes utilizados na fabricação dos bifeinhos, de acordo com os diferentes tratamentos avaliados.

Ingredientes	BAN ¹	BAS ²	PADRÃO
Farinha de vísceras de frango	20,017	19,810	-
Farinha de carne bovina	40,035	39,620	40,000
Envoltórios naturais de bovino	-	-	20,000
Batata desidratada	16,014	15,848	16,000
Tripolifosfato de sódio	0,500	0,495	0,500
Eritorbato de sódio	0,100	0,099	0,100
Sorbato de potássio	0,300	0,297	0,300
Recortes de bifeinhos	16,014	15,848	16,000
Glicerina bidestilada	7,006	6,933	7,000
Corante marrom	0,001	0,990	0,100
Antioxidante natural ²	0,059	-	-
Antioxidante sintético ³	-	0,012	-
Antioxidante comercial ⁴	-	-	0,010

¹BAN: bifeinho com antioxidante natural; ²BAS: bifeinho com antioxidante sintético; PADRÃO: bifeinhos comercializados pela Doogs Ltda. ²Mix de tocoferol (90 g/kg), óleo de alecrim (30 g/kg) e ácido cítrico (20 g/kg). ³Mix de BHA (220 g/kg) e BHT (210 g/kg). ⁴Antioxidante sintético não divulgado pela empresa.

Para determinação da coloração, foram utilizadas 3 amostras de bifeinhos para cada tratamento e aferidas três mensurações de cor em cada um deles, por meio de um espectrofotômetro portátil (marca Konica Minolta CM-700), com esfera de integração e ângulo de 10° para o observador e iluminante D65. A verificação de cor foi baseada no sistema CIELAB ([CIE, 1986](#)), que avalia a cor pela refletância da luz em três dimensões: L^* (luminosidade), a^* (componente verde-vermelho) e b^* (componente azul-amarelo). A acidez foi determinada mediante titulação colorimétrica, utilizando-se a fenoltaleína como indicador descrito por [Pregnotatto and Pregnotatto \(1985\)](#) e os resultados foram expressos em mL de $NaOH$ 0,01N.

Os valores de pH foram obtidos a partir de um pHmetro da marca Meter, modelo HI99163. Amostras de 40g de bifeinho por tratamento, adicionadas de 120 mL de água deionizada, foram homogeneizadas em liquidificador em potência máxima, durante um minuto. Em seguida foram tomadas as leituras de pH das amostras em triplicata. Na determinação de umidade foi empregada a técnica descrita por [Silva and Queiroz \(2002\)](#) utilizando a seguinte equação: (100 - % MS).

A oxidação lipídica foi mensurada por meio da metodologia proposta por ([Vyncke, 1975, Vyncke, 1970](#)) com algumas modificações.

Homogeneizou-se 10 gramas da amostra em 30 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5% contendo EDTA 0,1% e ácido gálico 0,1%, em homogeneizador tipo ultra turrax. O homogenato foi filtrado com papel filtro. Em 3 mL do filtrado, adicionou-se 3 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02 mol/L em tubo de ensaio de vidro com rosca. Após banho-maria (100° C por 40 minutos), os tubos foram colocados em água fria para cessar a reação. As absorbâncias foram mensuradas em 532 nm e 600 nm em espectrofotômetro. Os valores de TBARS foram expressos por miligrama de malondialdeído por kg de bifeinho.

Para a avaliação dos resultados, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 (Formulação: BAN, BAS e PADRÃO) × 2 (Estufa: Sem e Com). Ainda, um modelo linear contemplando os efeitos fixos de formulação, estufa e suas interações. As análises de variância dos dados foram conduzidas usando o procedimento MIXED do software Statistical Analysis System (SAS, 2004) versão 9.2 a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os valores de probabilidade para o teste *F* de análise de variância aplicada para verificar os efeitos significativos sobre as variáveis estão apresentados na [tabela 2](#).

Tabela 2. Valores de probabilidade para o teste *F* da análise de variância aplicada para verificar os efeitos significantes sobre as variáveis

Variável	Fonte de variação		
	Formulação	Estufa	Formulação X Estufa
Valor de pH	0,23	<0,01	0,11
Valor de <i>L</i> *	<0,01	<0,01	0,25
Valor de <i>a</i> *	<0,01	0,74	0,05
Valor de <i>b</i> *	<0,01	<0,01	0,02
TBARS	<0,01	<0,01	0,07
Acidez	0,06	0,05	0,12
Umidade	0,84	0,13	0,74

Os parâmetros de qualidade e oxidação lipídica dos bifeinhos de diferentes formulações são apresentados na [tabela 3](#).

Os valores de pH foram estatisticamente similares ($P > 0,05$) entre as diferentes formulações, provavelmente em razão da não alteração de elementos de composição ácida nas diferentes formulações, uma vez que todas as

formulações tiveram o uso da mesma matéria-prima e passaram pelo mesmo processamento. Isso corrobora o resultado obtido para acidez que, embora alta, também não diferiu ($P > 0,05$) entre as diferentes formulações. Nenhum resultado avaliando as mesmas variáveis, em bifeinhos ou snacks, foi encontrado na literatura. Os valores de umidade apontam que os bifeinhos podem ser classificados como secos (até 12% de umidade), de acordo com a normativa n. 30 do [MAPA \(2016\)](#).

Tabela 3. Qualidade e oxidação lipídica dos bifeinhos de cães entre as diferentes formulações.

Variável	Formulação			EP
	BAN	BAS	PADRÃO	
Valor de pH	6,2	6,2	6,3	0,02
Valor de <i>L</i> *	32,4	32,4	32,1	0,22
TBARS (mg de MDA/kg)	9,9 ^a	8,8 ^b	7,9 ^c	0,20
Acidez (mL de NaOH)	14,3	13,8	16,0	0,89
Umidade (%)	3,6	3,8	3,7	0,14

EP = Erro Padrão. ^{a,b,c,d}Médias seguidas por letras diferentes entre as formulações diferem estatisticamente pelo teste de *t* de Student a um nível de probabilidade de 5%.

A luminosidade dos bifeinhos de formulações BAN, BAS e PADRÃO foram semelhantes entre eles ($P > 0,05$), como observado na [Figura 1](#). Ambos foram formulados com uso do mesmo corante (marrom). Já em relação à oxidação lipídica, os bifeinhos PADRÃO apresentaram melhor estabilidade oxidativa, pois resultaram em menor valor médio de TBARS ($P < 0,05$) em relação ao BAS, que foi menor que o BAN. Tais resultados apontam que a formulação, com a dosagem testada de antioxidante natural, protegeu menos os bifeinhos contra os processos oxidativos. Os antioxidantes, sejam naturais ou sintéticos, bloqueiam alguns efeitos prejudiciais dos radicais livres estabilizando-os e neutralizando esses efeitos ([Mariutti and Bragagnolo, 2009](#)); porém as doses dos antioxidantes naturais devem ser maiores para que melhores resultados possam ser obtidos. Estudos em que diferentes doses do antioxidante utilizado neste trabalho foram testadas, em bifeinhos para cães, auxiliaram na presente pesquisa, uma vez que é sabida a eficácia do antioxidante natural utilizado ([Brewer, 2011](#)).

De forma geral, foram observados altos valores de TBARS (9,9; 8,8; 7,9) para BAN, BAS e PADRÃO, respectivamente. Neste caso, também se orienta avaliar a qualidade da matéria-prima utilizada na elaboração destes produtos. Há estágios de desenvolvimento de processos oxidativos onde a reação é irreversível e a

utilização de matéria-prima nesta condição comprometeria o produto final (Johnson and Decker, 2015). Outro fator que poderia justificar os altos valores de TBARS seria a próprio

processamento dos bifinhos, como já explicado anteriormente, uma vez que esse produto passa por processo de aquecimento contínuo antes do corte e embalagem.



Figura 1. Bifinhos das diferentes formulações: PADRÃO (Bifinhos comerciais), BAS (bifinhos com antioxidantes sintéticos) e BAN (bifinhos com antioxidantes naturais).

Na [tabela 4](#) estão apresentados os valores para diferentes variáveis de parâmetros de qualidade obtidos para os bifinhos submetidos ou não à estufa.

Com exceção da umidade, todas as demais variáveis de qualidade diferiram para os bifinhos aquecidos ou não em estufa. Possivelmente, os valores de umidade não diferiram por se tratar de um produto previamente cozido, assim o tratamento com a estufa não afetou a sua umidade.

Tabela 4. Qualidade e oxidação lipídica de bifinhos para cães, submetidos ou não à estufa.

Variável	Estufa		EP
	Com	Sem	
Valor de pH	6,2 ^b	6,3 ^a	0,01
Valor de L^*	33,8 ^b	34,9 ^a	0,16
TBARS (mg de MDA/kg)	8,4 ^a	7,0 ^b	0,14
Acidez (mL de NaOH)	15,2 ^a	14,0 ^b	0,63
Umidade (%)	3,6	3,8	0,10

EP = Erro Padrão. ^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes entre as formulações diferem estatisticamente pelo teste de F a um nível de probabilidade de 5%.

Os bifinhos submetidos a estufa tiveram menor pH, L^* (mais escuros) e por outro lado maior acidez e TBARS (maior oxidação), na ordem de 20%, em comparação com aqueles não submetidos ao aquecimento. Os resultados encontrados estão de acordo com o esperado, mostrando que o aquecimento prolongado pode alterar a coloração do produto e acelerar os processos oxidativos de produtos cárneos (Johnson and Decker, 2015, Xiong, 2000).

Houve interação ($P < 0,05$) entre as formulações de bifinhos utilizadas (BAN, BAS e PADRÃO) e o tratamento com e sem estufa, conforme apresentado na [tabela 5](#).

Tabela 5. Interação entre formulação e o uso de estufa na coloração dos bifinhos de cães

Formulação	Estufa		EP
	Com	Sem	
Valor de a^*			
BAN	6,3 ^{aB}	6,7 ^{aA}	0,15
BAS	6,9 ^{aA}	6,4 ^{bA}	
PADRÃO	5,3 ^{aC}	5,5 ^{aB}	
Valor de b^*			
BAN	12,9 ^{bA}	14,3 ^{aA}	0,21
BAS	13,0 ^{bA}	14,4 ^{aA}	
PADRÃO	12,2 ^{bb}	14,8 ^{aA}	

^{a,b}Médias seguidas por letras minúsculas diferentes entre as estufas na mesma formulação diferem estatisticamente pelo teste F a um nível de probabilidade de 5%; ^{A,B,C,D}Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes entre as formulações na mesma estufa diferem estatisticamente pelo teste t de Student a um nível de probabilidade de 5%.

Os bifinhos BAS tiveram maiores valores de a^* , e, portanto apresentaram coloração vermelha mais intensa quando submetidos à estufa, diferentemente dos demais que não tiveram aumento deste parâmetro quando igualmente aquecidos. Estes resultados são positivos para os bifinhos com antioxidante natural (BAN), uma vez que mantiveram sua cor pós-aquecimento, igualmente ao bifeinho PADRÃO. Por outro lado, estes bifinhos apresentaram menores valores de a^* (menos vermelhos) em comparação ao BAS e

BAN, independentemente se aquecido em estufa ou não. Maior quantidade de antioxidante sintético nesta formulação pode ter protegido contra reações de oxidação da mioglobina, o que resultaria em menor alteração da cor (Ramos and Gomide, 2007).

Valores de b^* , os quais identificam coloração de azul a amarelo, foram menores para os bifinhos das três diferentes formulações, quando submetidos à estufa, em comparação aos bifinhos não submetidos à estufa. Por fim, menores valores de b^* (pouco tom de amarelo) foram observados nos bifinhos PADRÃO submetidos à estufa por tempo prolongado, em comparação aos demais BAS e BAN. Assim como observado para o parâmetro a^* , em b^* igualmente os bifinhos PADRÃO pareceram manter sua coloração após sofrerem aquecimento se comparados com os demais bifinhos. Como dito anteriormente, os resultados para as mesmas variáveis analisadas neste trabalho em bifinhos para cães são escassos. Uma continuação desta pesquisa no sentido de trabalhar com diferentes dosagens dos antioxidantes sintéticos e naturais permitiria uma melhor compreensão do efeito do antioxidante natural sobre a estabilidade oxidativa e qualidade de bifinhos para cães.

Conclusões

A estabilidade oxidativa dos bifinhos formulados com antioxidante natural na dosagem testada foi menor, em comparação com as demais formulações. Por outro lado, os outros parâmetros de qualidade como o pH, luminosidade, umidade e acidez destes bifinhos foi pouco afetada. De forma geral, o aquecimento prolongado dos bifinhos em estufa afetou negativamente todos os parâmetros de qualidade, com exceção da umidade. Bifinhos confeccionados e comercializados no mercado pet (PADRÃO) tiveram a coloração mais preservada e menor perda de qualidade quando submetidos à estufa.

Referências Bibliográficas

ABINPET. 2016. Caderno especial Abinpet- Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. *AgroANALYSIS*, 35, 35-40.

Afzal, M. & Armstrong, D. 2002. Fractionation of herbal medicine for identifying antioxidant activity. In: Armstrong, D. (ed.) *Oxidative Stress Biomarkers and Antioxidant Protocols*. Humana Press Inc.

Brewer, M. S. 2011. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 221-247.

Butolo, J. E. 2002. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. Butolo, Campinas.

Cappelli, S., Manica, E. & Hashimoto, J. H. 2016. Importance of additives in feeding dogs and cats: review. *PUBVET*, 10, 212-223.

CIE. 1986. Colorimetry. *Commission Internationale de l'Eclairage*. 2 ed. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna.

Heinonen, O. P., Koss, L., Albanes, D., Taylor, P. R., Hartman, A. M., Edwards, B. K., Virtamo, J., Huttunen, J. K., Haapakoski, J. & Malila, N. 1998. Prostate cancer and supplementation with α -tocopherol and β -carotene: incidence and mortality in a controlled trial. *Journal of the National Cancer Institute*, 90, 440-446.

IBGE, 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mercado PET. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_tematicas/Insumos_agropecuarios/79RO/IBGE_PAEB.pdf>. Acesso em: 12 out. 2015.

Johnson, D. R. & Decker, E. A. 2015. The role of oxygen in lipid oxidation reactions: a review. *Annual Review of Food Science and Technology*, 6, 171-190.

MAPA. 2016. Instrução Normativa nº 62 de 31/06/2016. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Mariutti, L. R. B. & Bragagnolo, N. 2009. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 68, 1-11.

OJEU. 2003. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. *Official Journal of European Union*. Brussels, Belgium.

Pregnoatto, W. & Pregnoatto, N. P. 1985. *Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz*. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo.

Ramalho, V. C. & Jorge, N. 2006. Atividade antioxidante do α -tocoferol e do extrato de alecrim em óleo de soja purificado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 65, 15-20.

- Ramos, E. M. & Gomide, L. A. M. 2007. *Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Saad, F. M. O. B. & França, J. 2010. Alimentação natural para cães e gatos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 52-59.
- SAS. 2004. *SAS/STAT User guide, Version 9.1.2*. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.
- Silva, D. J. & Queiroz, A. C. 2002. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*, 3 edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- Vyncke, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 72, 1084-1087.
- Vyncke, W. 1975. Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). *Fette Seifen Anstrichmittel*, 77, 239-240.
- Xiong, Y. L. 2000. Protein oxidation and implications for muscle food quality. In: Decker, E., C., F. & Lopez-Bote, C. J. (eds.) *Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality*. Chichester: Wiley, USA.

Article History:

Received 3 November 2016

Accepted 8 December 2016

Available on line 17 January 2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.