

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANDERSON LAZZARI

**Avaliação da influência da Maca Peruana  
(*Lepidium meyenii*) em mortadela**

Trabalho de Conclusão de Curso

CAMPO MOURÃO

2017

ANDERSON LAZZARI

## **Avaliação da influência da Maca Peruana**

### ***(Lepidium meyenii)* em mortadela**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup>. Adriana Aparecida Droval

CAMPO MOURÃO

2017



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Campo Mourão

Departamento Acadêmico de Alimentos  
Curso Superior de Tecnologia em alimentos



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Avaliação da influência da Maca Peruana (*Lepidium meyenii*) em mortadela  
por

ANDERSON LAZZARI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 23 de junho de 2017 às 14 horas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Adriana Aparecida Droval  
Orientadora

---

Prof. Dr. Paulo Henrique Março  
Membro da banca

---

Prof. Dr. Rafael Porto Ineu  
Membro da banca

---

**Nota:** O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pelos dias bons que ele me proporcionou durante a graduação, mas principalmente pelos dias ruins, que serviram de ensinamento para aprender a sempre levantar a cabeça e seguir em frente, rumo ao objetivo principal.

Meus pais e meus irmãos, que são tudo na minha vida, estão sempre ao meu lado, me apoiando, mesmo de longe.

Aos meus amigos, de uma maneira geral, que eu fiz ao longo da graduação, aos que eu me afastei por diversas razões, todos vocês, de um jeito ou de outro, me incentivaram para chegar até aqui.

A minha querida Professora e Orientadora Adriana Aparecida Droval, por todos os ensinamentos, durante a graduação com as aulas de Tecnologia de Carnes e Derivados e também Carnes Exóticas, por sempre acreditar no meu potencial e me orientar para a conclusão deste trabalho.

Agradeço a banca avaliadora, por todas as sugestões que só fizeram com que este trabalho ficasse ainda melhor.

Professora Fernanda Vitória Leimann e Flávia Reitz, muito obrigado por todo o apoio para a conclusão deste trabalho, toda paciência e dedicação.

A todos vocês, minha eterna gratidão!

## RESUMO

LAZZARI, Anderson. **Avaliação da influência da Maca Peruana (*Lepidium Meyenii*) em mortadela**. 2017. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

A Maca Peruana (*Lepidium Meyenii*) é um alimento muito consumido nos Andes Peruanos e vem sendo utilizado no Brasil graças a propriedades medicinais atribuídas por culturas populares. Por ser um alimento novo no Brasil, foi proposta sua aplicação em formulações de mortadelas para avaliação de características físico-químicas. Para isso, comparou-se quatro formulações, uma formulação padrão com antioxidante (PCA), uma padrão sem antioxidante (PSA), uma com Maca Peruana com antioxidante (MCA) e uma com Maca Peruana sem antioxidante (MSA). Foram avaliados durante um período de 90 dias os seguintes parâmetros: pH, cor objetiva, textura objetiva, oxidação lipídica, e Perda de Peso por Cozimento avaliado apenas no primeiro dia. Todos os parâmetros avaliados obtiveram diferenças significativas com a utilização da Maca Peruana, exceto a Perda de Peso por Cozimento. O valor do pH aos noventa dias foram de 6,20 e 6,30 para as amostras padrão com (PCA) e sem (PSA) antioxidante e de 4,47 e 4,67 para as amostras com adição de Maca com (MCA) e sem (MSA) antioxidante, respectivamente. Em relação à cor objetiva a luminosidade ( $L^*$ ) aos 90 dias variou de 68,17 a 64,42, os valores para ( $a^*$ ) foram de 12,02 a 9,60, e para ( $b^*$ ) foram de 8,67 a 7,25. O perfil de textura apresentou variação significativa em relação à dureza que diminuiu aos 90 dias em todas as amostras avaliadas, a amostra que apresentou a menor dureza foi a mortadela com Maca (MCA) que foi de 144,73g, e a que apresentou maior foi a amostra padrão sem antioxidante (PSA) que foi de 392,00g. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nos parâmetros elasticidade em MSA, coesividade em PSA, MCA e MSA e em resiliência MSA, ou seja, estes parâmetros se mantiveram estatisticamente iguais ao longo dos 90 dias. Para a oxidação lipídica todas as amostras apresentaram oxidação acima de 3,0 mg de malonaldeído/kg ao final de 90 dias. A proposta do presente trabalho foi principalmente de avaliar o potencial antioxidante da Maca Peruana, para sua utilização como antioxidante natural na substituição total ou parcial do antioxidante sintético em formulações de embutidos cárneos. Os resultados sugerem que a Maca Peruana inibe o surgimento de produtos de oxidação, mas por períodos não muito elevados de tempo, neste estudo o tempo máximo em relação à oxidação lipídica foi de 60 dias.

**Palavras-chave:** Antioxidante, *Lepidium Meyenii*, oxidação lipídica.

## ABSTRACT

LAZZARI, Anderson. **Evaluation of the influence of Peruvian Maca (*Lepidium Meyenii*) on mortadella**. 2017. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

The Peruvian Maca (*Lepidium Meyenii*) is a food which is widely consumed around the Peruvian Andes and has been used in Brazil thanks to medicinal properties attributed by popular culture. As it is a new food in Brazil, it was proposed its application in mortadella formulations for the evaluation of physico-chemical characteristics. For this, four formulations, a standard formulation with antioxidant (PCA), a non-antioxidant standard (PSA), one with Peruvian Maca with antioxidant (MCA) and one with Peruvian Maca without antioxidant (MSA). The following parameters were evaluated over a period of 90 days: pH, objective color, objective texture, lipid oxidation, and Weight Loss per Cooking, which was evaluated only on first day. The pH values at ninety days were 6.20 and 6.30 for the standard samples with (PCA) and without (PSA) antioxidant and of 4.47 and 4.67 for the samples with addition of Maca with (MCA) and without antioxidant (MSA), respectively. Regarding the objective color the luminosity ( $L^*$ ) at 90 days ranged from 68.17 to 64.42, values for ( $a^*$ ) were from 12.02 to 9.60, and for ( $b^*$ ) were from 8.67 to 7.25. The texture profile showed a significant variation in relation to the hardness that decreased to 90 days in all the samples evaluated, the sample that presented the least hardness was the mortadella with Maca (MCA), which was 144.73 g, and the one that presented the highest was the standard sample without antioxidant (PSA) of 392.00 g. There was no significant difference ( $p>0.05$ ) in the parameters of elasticity in MSA, cohesiveness in PSA, MCA and MSA and in MSA resilience, that is, these parameters remained statistically the same throughout the 90 days. For lipid oxidation, all samples presented oxidation above 3.0 mg malonaldehyde/kg at the end of 90 days. All the evaluated parameters obtained significant differences with the use of Peruvian Maca, except the Weight Loss by Cooking. The purpose of the present study was to evaluate the antioxidant potential of Peruvian Maca for its use as natural antioxidant in the total or partial replacement of the synthetic antioxidant in meat sausage. The results suggest that Maca inhibits the appearance of oxidation products, but not too long periods of time, in this study the maximum time in relation to lipid oxidation was 60 days.

**Key words:** antioxidant, *Lepidium Meyenii*, lipid oxidation.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 O tubérculo .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Oxidação Lipídica .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3 Antioxidantes.....</b>	<b>7</b>
<b>3.4 Emulsões Cárneas.....</b>	<b>8</b>
<b>3.5 Mortadela .....</b>	<b>8</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Matéria-Prima.....</b>	<b>10</b>
<b>4.2 Elaboração das mortadelas .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Análises físico-químicas.....</b>	<b>11</b>
<b>4.3.1 pH.....</b>	<b>11</b>
<b>4.3.2 Cor objetiva .....</b>	<b>11</b>
<b>4.3.3 Perfil de textura .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3.4 Perda de Peso por Cozimento (PPC) .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3.5 Oxidação Lipídica .....</b>	<b>12</b>
<b>4.4 Análises estatísticas.....</b>	<b>13</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>14</b>
<b>5.1 pH .....</b>	<b>14</b>
<b>5.2 Determinação da cor objetiva .....</b>	<b>16</b>
<b>5.3 Perfil de textura.....</b>	<b>18</b>
<b>5.4 Perda de Peso por Cozimento.....</b>	<b>23</b>
<b>5.5 Oxidação lipídica.....</b>	<b>23</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>27</b>
<b>8 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - <i>Lepidium Meyenii</i> .....	5
Figura 2 – Formulações de mortadela.....	15

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação padrão para mortadela.....	10
Tabela 2 – Médias e desvios padrão para as formulações de mortadela para o parâmetro pH.....	14
Tabela 3 – Médias e desvios padrão para as formulações de mortadela para o parâmetro pH.....	15
Tabela 4 – Médias e desvios padrão para o parâmetro cor das quatro formulações de mortadela.....	16
Tabela 5 – Médias e desvios padrão para o parâmetro cor das quatro formulações de mortadela.....	17
Tabela 6 – Médias e desvios padrão da dureza (g) para as quatro formulações de mortadelas.....	18
Tabela 7 – Médias e desvios padrão da adesividade (g*s) para as quatro formulações de mortadelas.....	18
Tabela 8 – Médias e desvios padrão da dureza (g) para as quatro formulações de mortadelas.....	19
Tabela 9 – Médias e desvios padrão da adesividade (g*s) para as quatro formulações de mortadelas.....	19
Tabela 10 – Médias e desvios padrão da elasticidade para as quatro formulações de mortadelas.....	19
Tabela 11 – Médias e desvios padrão da coesividade para as quatro formulações de mortadelas.....	19
Tabela 12 – Médias e desvios padrão da resiliência para as quatro formulações de mortadela.....	20
Tabela 13 – Médias e desvios padrão da elasticidade para as quatro formulações de mortadela.....	20
Tabela 14 – Médias e desvio padrão da coesividade para as quatro formulações de mortadela.....	21

Tabela 15 – Médias e desvio padrão da resiliência para as quatro formulações de mortadela.....	21
Tabela 16 – Médias e desvio padrão da mastigabilidade para as quatro formulações de mortadela.....	21
Tabela 17 – Médias e desvio padrão da gomosidade para as quatro formulações de mortadela.....	22
Tabela 18 – Médias e desvio padrão da mastigabilidade para as quatro formulações de mortadela.....	22
Tabela 19 – Médias e desvio padrão da gomosidade para as quatro formulações de mortadela.....	23
Tabela 20 – Médias e desvios padrão de TBARS (mg de malonaldeído/kg de mortadela) de mortadelas adicionadas de antioxidante sintético e de Maca Peruana por 90 dias.....	24
Tabela 21 – Médias e desvios padrão de TBARS (mg de malonaldeído/kg de mortadela) de mortadelas adicionadas de antioxidante sintético e de Maca Peruana por 90 dias.....	24

## 1 INTRODUÇÃO

A Maca (*Lepidium meyenii*), descrita por Gerhard Wallpapers em 1843, é uma planta perene, cujas folhas são pequenas e onduladas, desenvolve-se perto do chão. Seu tubérculo se assemelha a um grande rabanete, de cor branca-amarelada, excedendo 8 cm de diâmetro. O tubérculo é comumente consumido seco e pulverizado como um suplemento a outros alimentos ou misturado (CIKUTOVIC et al., 2009; GONZALES et al., 2013). Popularmente conhecida como Maca Peruana, este cultivar é um vegetal crucífero nativo da Região dos Andes, no Peru, podendo ser encontrada também na Bolívia, Colômbia, Chile e Argentina. Porém, a espécie é a única domesticada e primariamente cultivada nas altas montanhas dos Andes Centrais do Peru, a qual relata-se existir em tal região desde aproximadamente 2000 a.C., em altitudes entre 3.500 a 4.800 metros (CÁRDENAS, 2005). Contém elevadas concentrações de proteínas (18 g) e cálcio (600 mg) para cada 100g, gorduras, hidratos de carbono, celulose, amido, fósforo, iodo, ferro, vitaminas do complexo B e vitamina C (CANALES et al., 2000); e também contém zinco, o qual favorece a oxigenação dos tecidos.

Muito utilizada nos Andes, a Maca é um tubérculo visto como um medicamento, sendo atribuídas a este cultivar tem influências no comportamento sexual de homens e mulheres, de modo a aumentar a fertilidade, além de servir para tratamento de sintomas da menopausa. A possível função afrodisíaca da Maca foi estudada em ratos, relatada por Zheng *et al.*, (2000). Além disso, indústrias farmacêuticas sugerem que Maca tem a capacidade de modular a resposta contra estresse oxidativo, o que elevou este cultivar a uma posição de destaque, passando a ser comercializada e em diversos países da América do Sul, além de estar frequentemente incluída em dietas de suplementação, comercializadas principalmente nos Estados Unidos, Europa e Japão (TUCKER; BURANAPIN, 2000, HERMANN; BERNET, 2009).

A Food and Drug Administration (FDA) define antioxidantes como substâncias utilizadas para preservar e estender a vida-de-prateleira de produtos que contêm lipídios oxidáveis, através do retardo da descoloração, da rancidez e da deterioração decorrentes da oxidação. Já atividade antioxidante é a capacidade de um composto ou composição em inibir a oxidação lipídica (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Tendo em vista os problemas que podem ser provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, os quais têm sido restringidos devido ao seu potencial de

carcinogênese, estudos têm sido realizados no sentido de encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, para substituir os sintéticos ou fazer associações entre eles, com intuito de diminuir sua quantidade nos alimentos (SOARES, 2002). Sendo assim, a cada dia mais estudos aparecem dedicados à busca por compostos naturais que exibam a propriedade funcional de agir retardando ou prevenindo a oxidação do substrato envolvido nos processos oxidativos inibindo a formação de radicais (HALLIWEL *et al.*, 1995; MELO; GUERRA, 2002; TOMEI; SALVADOR, 2007). A substituição e/ou redução de aditivos sintéticos pelos aditivos naturais vem sendo amplamente utilizada em produtos cárneos industrializados, principalmente em embutidos cárneos cozidos, como mortadelas, salsichas, entre outros (ROCHA, 2015).

Segundo Terra (1998), produtos cárneos são aqueles cuja matéria-prima principal e que dá característica ao produto é a carne. Podem ser processados, principalmente, a partir de carne bovina, suína e de frango. São, de preferência, obtidos a partir de carne fresca que sofra um ou mais tipos de processo, entre eles, cozimento, salga, defumação ou mesmo somente a adição de condimentos e temperos (BENEVIDES; NASSU, 2010). Entende-se por embutidos, os produtos constituídos à base de carne picada e condimentada, com forma geralmente simétrica e, que são embutidos sob pressão em um recipiente ou envoltório de origem orgânica ou inorgânica, aprovado para este fim (TERRA, 1998).

A mortadela, por sua vez, pode ser definida, como um produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão de carnes animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutidos em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado (MAPA, 2000). Quanto às características sensoriais, a mortadela deverá apresentar textura, cor, sabor e odor característicos.

Um dos principais problemas de deterioração e perda da qualidade em embutidos cárneos cozidos é a oxidação lipídica, principalmente porque em sua composição existe uma quantidade considerável de gordura (30%). Outro problema de relevância é a perda de propriedades funcionais, afetando o rendimento desses produtos e principalmente a textura. Em razão disso geralmente utiliza-se fécula de mandioca (mais utilizada), hidrato de carbono, cujo principal objetivo da sua utilização é a redução de possíveis perdas de propriedades funcionais, diminuição do custo, entre outros (BOURSCHEID, 2009).

Conforme estudos apresentados acima, a Maca Peruana possui propriedades antioxidantes e apresenta quantidades consideráveis de carboidratos (59%), que poderiam se assemelhar às características físico-químicas que a fécula desenvolve quando aplicada nestes tipos de embutidos, dentre os efeitos, estão a redução das perdas por cozimento e leve aumento da firmeza e mastigabilidade, melhorando a estabilidade do produto (BOURSCHEID, 2009).

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência da adição de Maca Peruana (*Lepidium meyenii*) no processamento de mortadela.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar por meio de análises físico-químicas, diferentes formulações de mortadela, variando as quantidades de fécula, Maca e antioxidante;
- Investigar o efeito das diferentes formulações via análises de cor, pH, perda de peso por cozimento (PPC) e textura;
- Determinar a oxidação lipídica, pelo método de TBRAS, das formulações de mortadelas desenvolvidas durante o período de 90 dias.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O tubérculo

A *Lepidium meyenii* é uma planta bienal herbácea da família *Brassicaceae* que é nativa dos Andes do Peru. Sua raiz, conhecida como Maca, tem sido utilizada pelos peruanos, durante séculos tanto como um alimento nutritivo e medicina fertilidade para seres humanos e animais (UCHIYAMA, 2013).



**Figura 1** – *Lepidium Meyenii*

(Disponível em: [www.e-expo.net/materials/010361/0003/1.jpg](http://www.e-expo.net/materials/010361/0003/1.jpg))

Segundo Canales et al., (2000), a Maca possui cerca de 9 dos 10 aminoácidos essenciais, que conferem propriedades preventivas e curativas no que se refere ao consumo.

Sua composição química inclui uma variedade de metabólitos secundários decorrentes de diferentes vias, tais como glucosinolatos, fenilpropanoides, isoprenoides e alcaloides (DINI *et al.*, 2002; PIACENTE *et al.*, 2002; SANDOVAL *et al.*, 2002; TELLEZ *et al.*, 2002; GONZALES *et al.*, 2005). Também é conhecida por conter uma variedade de fitoquímicos, tais como campesterol, estigmasterol, betasitosterol, catequinas e outros glucosinolatos (ZHENG *et al.*, 2000; LI *et al.*, 2001). De acordo com Sandoval *et al.*, 2002, a

Maca vem sendo cada vez mais recomendada por nutricionistas, por conter fitoquímicos que demonstram potencial significativo como antioxidante. Ainda de acordo com Sandoval *et al.*, 2002, estudos feitos *in vitro* indicaram que a Maca Peruana reage com oxidantes, com os radicais livres e células protegias contra peroxinitrito de  $H_2O_2$ , podendo assim, manter um equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes.

### 3.2 Oxidação Lipídica

Os lipídios são formados por diversos compostos químicos, diferentes entre si, sendo que a substância presente em maior quantidade são os ácidos graxos. Os ácidos graxos são formados de uma cadeia hidrocarbonada, variando em seu tamanho, de 2 a 20 átomos de carbono (SOUZA, 2006).

A classificação dos ácidos graxos depende do número de duplas ligações, sendo classificados como: saturados (possuem apenas ligações simples), monoinsaturados (apenas uma dupla ligação) e poli-insaturados (várias duplas ou triplas ligações). Em carnes, os ácidos graxos em maior proporção são os saturados, seguidos pelos monoinsaturados, e somente uma pequena parte é de ácidos graxos poli-insaturados (TRINDADE, 2007).

Após a deterioração microbiana, a oxidação lipídica é o principal processo pelo qual ocorre a perda da qualidade da carne e seus produtos. Diferentemente das reações deteriorativas, microbiológicas e/ou enzimáticas que são inibidas com o emprego de baixas temperaturas, a oxidação lipídica ocorre normalmente à temperatura de congelamento, embora numa velocidade reduzida (PIEADADE, 2007).

A oxidação lipídica ocorre pela degradação dos ácidos graxos insaturados. Normalmente não ocorre com ácidos graxos saturados, porque neste caso a formação de um radical livre é energeticamente desfavorável (TRINDADE, 2007).

A carne, devido ao seu conteúdo de ácidos graxos insaturados, é particularmente suscetível à deterioração oxidativa, podendo ser acelerada por processamentos tecnológicos anteriores à estocagem como o corte e o cozimento, os quais rompem as membranas celulares do músculo facilitando a interação dos ácidos graxos insaturados com substâncias pró-oxidantes (PADILHA, 2007).

Em alimentos cárneos, a oxidação lipídica e do pigmento inicia-se após o abate, quando a ação antioxidante do tecido cárneo (superóxido dismutase, glutathione peroxidase, ceruloplasmina, transferrina) encontra-se limitada pela cessação do fluxo sanguíneo. Assim, os lipídios e o pigmento tornam-se susceptíveis a ação de radicais livres e as espécies reativas do oxigênio (MORRISSEY et al., 1998).

Os produtos da oxidação lipídica são indesejáveis não somente em relação à alteração da cor da carne, como também pela produção de sabores e odores desagradáveis, geralmente denominados de ranço, como resultado da decomposição de lipídios e produção de compostos voláteis. Além disso, ocorrem mudanças na textura e destruição de constituintes essenciais, o que ocasiona no decréscimo do valor nutricional dos alimentos e a formação de compostos tóxicos durante o processamento (SOUZA, 2006; PIEDADE, 2007).

Como medida para se evitar ou minimizar a oxidação lipídica em alimentos podem ser utilizadas ferramentas importantes como a remoção do oxigênio, a inativação de enzimas, a proteção contra luz e íons metálicos. Segundo DECKER & XU (1999), a prática mais comum para aumentar a estabilidade dos lipídios, é adição de antioxidantes.

### **3.3 Antioxidantes**

Os antioxidantes são substâncias encontradas naturalmente nos alimentos ou são adicionados intencionalmente com a finalidade de retardar a oxidação e manter suas características sensoriais (KANG et al., 2001).

O interesse por antioxidantes naturais tem aumentado recentemente devido a percepção negativa dos consumidores sobre a segurança dos antioxidantes sintéticos (VELAZCO, 2005). Os antioxidantes naturais são moléculas presentes nos alimentos em pequenas quantidades, que possuem a capacidade de interromper a formação de radicais livres. Desse modo, são capazes de reduzir a velocidade das reações de oxidação dos compostos lipídicos presentes em determinado produto (ROCHA, 2015).

Em produtos cárneos, o antioxidante sintético mais utilizado é o eritorbato de sódio, o qual contempla todas as necessidades para aplicação de compostos antioxidantes em produtos alimentícios, por não alterar as características sensoriais, prevenir a oxidação por diversos agentes oxidantes e apresentar atividade mesmo em baixas concentrações (ADTEC, 2015).

### **3.4 Emulsões cárneas**

Os produtos cárneos emulsionados, como as salsichas e as mortadelas, são consumidos tanto a nível doméstico como no mercado de alimentação rápida, representando um importante segmento da industrialização de carnes. (OLIVO et al., 2006).

A emulsão cárnea é constituída de duas fases: uma fase contínua representada pela água e uma fase descontínua representada pelas gotículas de gordura. Essas duas fases, apesar de imiscíveis, são estabilizadas, devido à ação dos estabilizadores (TERRA, 1998).

Equipamentos como o cutter, moinhos coloidais ou emulsificadores contínuos são responsáveis pela fragmentação e mistura de carnes, gordura, água, sal e demais ingredientes (SHIMOKOMAKI, 2006).

### **3.5 Mortadela**

No Brasil, a mortadela está entre os embutidos mais apreciados, tanto pelas suas características sensoriais, como também por ser de fácil poder aquisitivo. Definida como um produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão da carne, adicionado de ingredientes, podendo a adição de toucinho ser opcional, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao tratamento térmico adequado, sendo permitido o uso de aditivos alimentares (BRASIL, 2000).

Segundo a Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000 do MAPA (BRASIL, 2000), os ingredientes obrigatórios na produção de mortadelas são: carne de diferentes espécies animais de açougue e sal. Os ingredientes considerados opcionais são: água, gordura animal e/ou vegetal, proteína vegetal e/ou animal, aditivos intencionais, açúcares, aromas, especiarias, condimentos e fécula.

A fécula de mandioca é um importante polissacarídeo adicionado em produtos cárneos, havendo uma série de vantagens em sua utilização, como seu baixo custo, tecnologia conhecida e aceitabilidade por parte dos consumidores (BOURSCHEID, 2009).

Os requisitos estabelecidos para mortadelas são teores máximos de 10% para carboidratos totais, 5% para amido, 65% para umidade, 30% para gordura e 12% para proteína (BRASIL, 2000).

Na carne, assim como em seus derivados, a oxidação lipídica e as mudanças de cor são fatores importantes que diminuem a qualidade e aceitabilidade desses alimentos (AHN; GRUN; MUSTAPHA, 2007; BEKHIT et al., 2003; CARPENTER, et al., 2007).

A substituição de antioxidantes sintéticos por naturais pode trazer benefícios, devido às implicações para a saúde e funcionalidade. Nota-se, por exemplo, uma maior solubilidade dos antioxidantes naturais tanto em água como em óleo que é útil na preparação de emulsões e outras formulações na indústria alimentícia. A utilização de antioxidantes naturais também é vantajosa por aproveitar como fontes potenciais resíduos produzidos pela indústria alimentícia, diminuindo seu descarte no ambiente (MOURE, et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2009).

A partir do contexto apresentado, este trabalho sugere a utilização da Maca Peruana com a finalidade de avaliar seu potencial antioxidante em embutidos cárneos. Podendo ser utilizada como uma fonte natural em substituição parcial ou total do antioxidante sintético.

Em estudos recentes, o potencial antioxidante da Maca Peruana foi avaliado através de espectros nas regiões Visível e Infravermelho Próximo das amostras de óleos de soja, com e sem adição de Maca, após aquecimento em diferentes temperaturas. Os resultados sugeriram que a Maca Peruana inibe o surgimento de produtos de oxidação, o que foi evidenciado ao se comparar os resultados obtidos para os óleos aquecidos sem e com adição de Maca Peruana (SOARES, 2015).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATÉRIA-PRIMA

Os aditivos cárneos foram doados pela Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos (IBRAC) e os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local da cidade de Campo Mourão - Paraná.

Os reagentes químicos utilizados nas análises físico-químicas foram disponibilizados pelo Departamento Acadêmico de Alimentos (DALIM) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Campo Mourão.

A Maca Peruana (*Lepidium meyenii*) em pó foi fornecida pela empresa Jasmine Alimentos da cidade de Curitiba – Paraná.

### 4.2 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS

A elaboração das formulações foi realizada no laboratório de industrializações de carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Campo Mourão. Foram feitas quatro formulações de mortadelas: uma padrão com antioxidante (PCA), uma padrão sem antioxidante (PSA), uma com Maca sem antioxidante (MSA) e uma com Maca com Antioxidante (MCA). As concentrações dos ingredientes e aditivos utilizados estão descritas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Formulação padrão para mortadela

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>
Paleta ou retalho suíno	65%
Toucinho	13%
Gelo	12%
Fécula*	5%
Proteína texturizada de soja	2%
Cura rápida (Nitrito/Nitrato)	0,25%
Antioxidante (Eritorbato de sódio)**	0,25%
Fosfato	0,25%
Condimento para mortadela	0,4%
Sal	2,0%
Alho em pó	0,1%
Glutamato monossódico	0,1%

\*corresponde à substituição da fécula pela Maca (MCA). \*\*Uma amostra padrão foi preparada sem o antioxidante e outra com Maca e sem antioxidante (PSA, MSA).

As matérias-primas, ingredientes e aditivos foram pesados em balança semi-analítica conforme as porcentagens da Tabela 1. Em seguida, foram levadas ao *cutter* (modelo MADO Garant) e adicionados seguindo a ordem pré-estabelecida: carne, gelo, fosfato, sal, toucinho ou gelatina, proteína, cura, mix de temperos, antioxidante e, por último, a fécula (TERRA, 1998).

Foi realizada a homogeneização até obter uma emulsão cárnea e, em seguida, a massa foi embutida em tripa artificial específica para mortadela, em embutideira vertical à vácuo. Após embutimento, as mortadelas foram pesadas e levadas ao processo de cozimento em vapor até atingir uma temperatura interna de 72°C. Após cozimento, foi realizado choque térmico por 15 minutos em água corrente. Durante o processamento, o gelo mantém a temperatura baixa da massa, sem ultrapassar os 12°C, pois temperaturas acima deste patamar comprometem a qualidade do produto (a textura da massa torna-se instável e a gordura separa-se da massa) (ROCCO, 1996).

### **4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

Todas as análises (pH, cor objetiva, perfil de textura e oxidação lipídica) foram realizadas no período de 90 dias, com intervalos pré-definidos de: início, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. A análise de Perda de Peso por Cozimento (PPC) foi realizada apenas no início.

#### **4.3.1 pH**

As medidas de pH foram realizadas em triplicatas com auxílio do potenciômetro de contato, marca Testo, de acordo com a metodologia sugerida por Olivo et al. (2001). O ponto de incisão do eletrodo foi a parte central da mortadela.

#### **4.3.2 Cor objetiva**

As medidas de cor objetiva foram realizadas em triplicada com o auxílio de colorímetro, modelo MiniScan EZ 65/10, HunterLab. A mortadela foi cortada ao meio para a leitura e os resultados foram expressos como L\* (que representa a porcentagem de luminosidade, 0 = escuro e 100 = claro), a\* (onde -a\* representa direção ao verde e +a\*

direção ao vermelho) e  $b^*$  (onde  $-b^*$  representa direção ao azul e  $+b^*$  direção ao amarelo).

#### 4.3.3 Perfil de textura

A avaliação da textura foi conduzida pelo método de análise de perfil de textura (TPA), utilizando um texturômetro TA-XT Express Enhanced, Texture Analyzer – Stable Microsystem, equipado com um probe P/2 (2 mm de diâmetro) e uma célula de carga 10 kg. Seis amostras (replicatas), cortadas em cubos de 1 cm de aresta, foram duas vezes comprimidas, a uma velocidade de  $180\text{mm min}^{-1}$ , até 50% de seu tamanho. Não houve tempo de repouso entre os dois ciclos de compressão. Assim, a curva de deformação com o tempo é obtida, sendo então gerado o parâmetro de textura e dureza (BOURNE, 1978; RAMOS e GOMIDE, 2007).

#### 4.3.4 Perda de Peso por Cozimento (PPC)

As mortadelas foram pesadas, ainda íntegras, antes e após a cocção, com a finalidade de se conhecer a perda de peso durante o cozimento (*cooking loss*) (HONIKEL, 1998). O resultado é expresso em porcentagem de perda de peso após o cozimento em relação ao peso inicial da amostra, de acordo com a Equação

$$PPC = \frac{\text{Peso da amostra após cozimento}}{\text{Peso inicial da amostra}} \times 100$$

#### 4.3.5 Oxidação Lipídica

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) resultantes da oxidação lipídica das amostras de mortadelas foram determinadas pelo método de extração em ácido tricloroacético (TCA), segundo a metodologia proposta por Vyncke (1970)

Para a obtenção da reta que foi empregada na análise, construiu-se uma curva padrão utilizando o tetrametoxipropano.

Um extrato aquoso foi preparado a partir de 5 gramas de cada tratamento, homogeneizadas em dispensador Extratur com 25 mL de ácido tricloroacético 7,5% (TCA) em

solução com galato de propila e EDTA.

Após o processo de homogeneização, o extrato foi filtrado e alíquotas deste foram transferidas para tubos de ensaio contendo 1 mL de TCA (7,5%) e 5 mL TBA (0,02 mol/L), os quais foram agitados e mantidos sob aquecimento à 95°C durante 40 minutos.

A reação de TBA com a amostra oxidada forma um complexo vermelho que pode ser identificado espectrofotometricamente no comprimento de onda de 538 nm.

Os resultados foram expressos em mg de malonaldeído/kg de amostra.

#### **4.4 Análises estatísticas**

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância (ANOVA). Quando necessário, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, enquanto os modelos foram escolhidos baseando-se no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “F”, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistica 12.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise dos resultados, inicialmente foi determinado que seria empregado o teste de Tukey, considerando testar as hipóteses de que todas as médias seriam iguais ou pelo menos uma das médias seria diferente das demais ao nível de significância de 5%, isto é:

$$H_0: \mu_0 = \mu_{15} = \mu_{30} = \mu_{45} = \mu_{60} = \mu_{75} = \mu_{90} \text{ versus}$$

$H_1$ : pelo menos uma das médias é diferente das demais.

Dessa forma, aplicou-se a análise de variância para todos os fatores envolvidos e os valores obtidos estão representados nas tabelas a seguir, compostas de médias e desvios padrões.

### 5.1 pH

Os valores para o pH das quatro formulações de mortadela estão descritos na Tabela 2. Cada valor desta tabela é a média observada em triplicata durante os 90 dias de observação. Assim, considerando o nível de significância usual de 5%, a diferença entre os tratamentos marcados na linha é significativa, caso contrário não é. O primeiro passo foi verificar a ordem dos tratamentos, para decidir a ordem de comparações que, neste caso, as letras minúsculas estão em ordem decrescente no valor do pH.

**Tabela 2** - Médias e desvios padrão para as formulações de mortadela para o parâmetro pH.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	6,25 <sup>a</sup> ± 0,02	6,23 <sup>a</sup> ± 0,03	6,19 <sup>a</sup> ± 0,08	6,26 <sup>a</sup> ± 0,01	6,26 <sup>a</sup> ± 0,01	6,07 <sup>b</sup> ± 0,07	6,20 <sup>a</sup> ± 0,04
PSA	6,23 <sup>a</sup> ± 0,03	6,26 <sup>a</sup> ± 0,02	6,22 <sup>a</sup> ± 0,11	6,15 <sup>a</sup> ± 0,06	6,29 <sup>a</sup> ± 0,05	6,28 <sup>a</sup> ± 0,02	6,30 <sup>a</sup> ± 0,01
MCA	6,10 <sup>b</sup> ± 0,01	6,10 <sup>b</sup> ± 0,01	5,96 <sup>b</sup> ± 0,11	5,33 <sup>c</sup> ± 0,07	4,51 <sup>a</sup> ± 0,03	4,60 <sup>a</sup> ± 0,23	4,47 <sup>a</sup> ± 0,02
MSA	6,23 <sup>b</sup> ± 0,01	6,05 <sup>b</sup> ± 0,01	4,51 <sup>a</sup> ± 0,06	4,75 <sup>a</sup> ± 0,50	5,16 <sup>a</sup> ± 0,46	5,06 <sup>a</sup> ± 0,34	4,67 <sup>a</sup> ± 0,17

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Segundo essas informações, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para a análise de pH ao longo dos 90 dias de observação para as formulações de Maca com antioxidante (MCA) e Maca sem antioxidante (MSA).

No entanto, não foi observado efeito significativo ( $p > 0,05$ ) para as mortadelas padrões com e sem o antioxidante, aceitando-se a hipótese de igualdade das médias para ambas ao longo dos 90 dias de observação.

Como podemos observar na Tabela 3, as duas formulações padrões de mortadela (PCA e PSA) estão de acordo com os valores de pH estabelecidos pelas Normas Sanitárias do Instituto Adolf Lutz (2005), que considera que o pH de mortadelas devem ser levemente

ácido.

**Tabela 3** - Médias e desvios padrão para as formulações de mortadela para o parâmetro pH.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	6,25 <sup>a</sup> ± 0,02	6,23 <sup>a</sup> ± 0,03	6,19 <sup>ab</sup> ± 0,08	6,26 <sup>b</sup> ± 0,01	6,26 <sup>a</sup> ± 0,01	6,07 <sup>b</sup> ± 0,07	6,20 <sup>b</sup> ± 0,04
PSA	6,23 <sup>a</sup> ± 0,03	6,26 <sup>a</sup> ± 0,02	6,22 <sup>b</sup> ± 0,11	6,15 <sup>b</sup> ± 0,06	6,29 <sup>a</sup> ± 0,05	6,28 <sup>b</sup> ± 0,02	6,30 <sup>b</sup> ± 0,01
MCA	6,10 <sup>c</sup> ± 0,01	6,10 <sup>c</sup> ± 0,01	5,96 <sup>a</sup> ± 0,11	5,33 <sup>a</sup> ± 0,07	4,51 <sup>b</sup> ± 0,03	4,60 <sup>a</sup> ± 0,23	4,47 <sup>a</sup> ± 0,02
MAS	6,23 <sup>b</sup> ± 0,01	6,05 <sup>b</sup> ± 0,01	4,51 <sup>c</sup> ± 0,06	4,75 <sup>a</sup> ± 0,50	5,16 <sup>c</sup> ± 0,46	5,06 <sup>a</sup> ± 0,34	4,67 <sup>a</sup> ± 0,17

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os valores de pH das duas formulações de mortadela com Maca reduziram durante o período de armazenamento refrigerado.



**Figura 2** – Formulações de mortadela

Como podemos observar na Figura 2, a diminuição do pH nas formulações de Maca pode ser explicada por ter ocorrido uma fermentação natural da Maca. Esta afirmação confirma-se por conta das fissuras apresentada nas mortadelas.

Liu et al. (2009), estudando o efeito da adição de alecrim na qualidade da salsicha de frango durante o armazenamento refrigerado, constataram que os valores de pH da salsicha foram em torno de 6,4 e permaneceram estáveis durante os primeiros 10 dias, diminuindo para 5,9 até o 14º dia, nas amostras controle (sem adição de alecrim).

Podemos observar que no estudo com a Maca, ocorreu o contrário, as amostras padrões (PCA e PSA) mantiveram o pH levemente ácido, enquanto as duas amostras de mortadela com maca (MCA e MSA) diminuíram o pH. No dia 90, o pH apresentado pelas formulações de maca (MCA e MSA) foram: 4,47 e 4,67, respectivamente.

## 5.2 Determinação da cor objetiva

Os resultados obtidos na determinação do parâmetro cor ( $L^*$ ,  $b^*$  e  $a^*$ ) estão representados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Médias e desvios padrão para o parâmetro cor das quatro formulações de mortadela.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA ( $L^*$ )	66,71 <sup>a</sup> ± 0,32	66,46 <sup>a</sup> ± 1,08	65,94 <sup>a</sup> ± 0,53	66,62 <sup>a</sup> ± 0,78	66,80 <sup>a</sup> ± 0,46	66,88 <sup>a</sup> ± 0,44	68,17 <sup>b</sup> ± 0,76
PSA ( $L^*$ )	68,72 <sup>a</sup> ± 0,28	64,14 <sup>a</sup> ± 3,10	63,50 <sup>a</sup> ± 3,97	64,83 <sup>b</sup> ± 2,93	67,95 <sup>a</sup> ± 0,83	68,40 <sup>a</sup> ± 0,85	67,67 <sup>a</sup> ± 1,40
MCA ( $L^*$ )	62,68 <sup>a</sup> ± 4,33	64,02 <sup>a</sup> ± 5,84	64,11 <sup>a</sup> ± 7,30	64,53 <sup>a</sup> ± 6,37	65,33 <sup>a</sup> ± 2,52	62,67 <sup>a</sup> ± 6,37	65,00 <sup>a</sup> ± 5,63
MSA ( $L^*$ )	65,96 <sup>a</sup> ± 1,59	62,33 <sup>a</sup> ± 3,88	63,07 <sup>a</sup> ± 3,64	63,71 <sup>a</sup> ± 2,55	64,45 <sup>a</sup> ± 5,01	63,75 <sup>a</sup> ± 4,47	64,42 <sup>a</sup> ± 4,06
Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA ( $b^*$ )	10,04 <sup>a</sup> ± 0,62	10,44 <sup>a</sup> ± 0,36	10,43 <sup>a</sup> ± 0,45	10,58 <sup>a</sup> ± 0,33	10,93 <sup>d</sup> ± 0,38	11,00 <sup>b</sup> ± 0,39	11,12 <sup>c</sup> ± 0,10
PSA ( $b^*$ )	10,50 <sup>a</sup> ± 0,04	9,28 <sup>a</sup> ± 0,41	9,07 <sup>a</sup> ± 0,75	9,41 <sup>b</sup> ± 0,34	9,27 <sup>a</sup> ± 0,64	9,07 <sup>a</sup> ± 1,25	9,60 <sup>a</sup> ± 0,60
MCA ( $b^*$ )	12,31 <sup>a</sup> ± 1,27	12,53 <sup>a</sup> ± 2,41	12,87 <sup>a</sup> ± 2,07	12,27 <sup>a</sup> ± 1,54	11,50 <sup>a</sup> ± 0,50	12,87 <sup>b</sup> ± 1,86	12,02 <sup>a</sup> ± 1,54
MSA ( $b^*$ )	12,26 <sup>a</sup> ± 0,50	12,62 <sup>a</sup> ± 1,35	11,97 <sup>a</sup> ± 1,08	12,31 <sup>a</sup> ± 1,29	11,74 <sup>a</sup> ± 1,62	11,81 <sup>a</sup> ± 1,59	11,92 <sup>a</sup> ± 0,95
Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA ( $a^*$ )	8,14 <sup>a</sup> ± 0,24	8,33 <sup>a</sup> ± 0,24	8,30 <sup>a</sup> ± 0,22	8,40 <sup>a</sup> ± 0,17	8,43 <sup>a</sup> ± 0,03	8,50 <sup>a</sup> ± 0,05	8,58 <sup>a</sup> ± 0,13
PSA ( $a^*$ )	6,56 <sup>a</sup> ± 0,58	7,18 <sup>a</sup> ± 0,59	7,89 <sup>a</sup> ± 0,11	7,62 <sup>a</sup> ± 0,68	7,23 <sup>a</sup> ± 0,06	7,83 <sup>a</sup> ± 0,67	8,67 <sup>b</sup> ± 0,45
MCA ( $a^*$ )	6,53 <sup>a</sup> ± 0,64	7,07 <sup>a</sup> ± 1,55	7,01 <sup>a</sup> ± 0,87	7,38 <sup>a</sup> ± 1,09	7,83 <sup>a</sup> ± 0,76	6,79 <sup>a</sup> ± 1,41	7,25 <sup>a</sup> ± 1,46
MSA ( $a^*$ )	7,68 <sup>a</sup> ± 0,40	8,48 <sup>a</sup> ± 0,75	8,09 <sup>a</sup> ± 0,48	8,47 <sup>a</sup> ± 1,10	8,37 <sup>a</sup> ± 0,30	8,44 <sup>a</sup> ± 0,22	8,44 <sup>a</sup> ± 0,22

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Para as médias de análise da cor em ( $L^*$ ) de Maca com antioxidante e Maca sem antioxidante, em ( $a^*$ ) Maca com antioxidante e Maca sem antioxidante e em ( $b^*$ ) apenas em Maca sem antioxidante, verifica-se que não existem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Isto implica em dizer que os fatores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  ao longo do período de 90 dias se mantêm estatisticamente iguais.

Abreu (2013) avaliou o potencial antioxidante do ácido anacárdico em mortadela de frango, após 90 dias de armazenamento. Os valores obtidos para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (77,88±1,51; 11,47±0,15; 15,01±0,59) foram diferentes aos de PSA e MSA do presente trabalho. Os valores obtidos para PSA e MSA em  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  após os 90 dias foram respectivamente: 67,67±1,40, 64,42±4,06; 8,67±0,45, 8,44±0,22; 9,60±0,60, 11,92±0,95. A diminuição da luminosidade ao passar do tempo nos produtos cárneos industrializados é considerado normal, devido à perda de umidade e concentração dos demais ingredientes (ABREU, 2013), porém no presente estudo, a luminosidade se manteve constante durante os 90 dias de armazenamento.

Para os consumidores de produtos cárneos, um aumento na luminosidade é perceptível e indicado como um fator negativo, pois um aumento de luminosidade é um indicativo de um produto cárneo mais pálido (PEREIRA, et al., 2011).

Diminuições nos valores de  $L^*$  em função da concentração de antioxidantes naturais e em função do tempo de armazenamento são reportadas por diversos autores. Pereira *et al.*

(2011), comparando o emprego de extrato de semente de manga com o de hidroxitolueno butilado (BHT) em mortadelas, obtiveram menores valores de L\* com o antioxidante natural.

O valor de a\* é o parâmetro de cor mais importante para avaliar a coloração da carne e dos produtos cárneos. A diminuição deste parâmetro pode indicar uma descoloração do produto tornando-o inaceitável para o consumidor (KIM; CHO; HAN, 2013). Diversos autores tem reportado uma redução desse parâmetro com o uso de antioxidantes naturais, sendo esse resultado atribuído a diversos fatores. Podemos observar que isto não ocorreu no estudo com a maca, na Tabela 5 fica evidente que o comportamento do parâmetro a\* das formulações de Maca (MCA e MSA) foram semelhantes às das formulações padrões (PCA e PSA).

Segundo Oliveira *et al.* (2012), ao utilizarem óleo essencial *Saturejamontana* L. em mortadelas, obtiveram uma redução da coloração vermelha. Kulkarni *et al.* (2011) avaliando o uso do extrato antioxidante da semente de uva em embutido cárneo observaram que após 120 dias de estocagem houve uma redução do componente de cor a\*. Esses autores atribuíram essa redução a uma possível interação entre o nitrito e os compostos presentes no antioxidante, tornando o nitrito indisponível para se combinar com a mioglobina e produzir a cor vermelha característica.

**Tabela 5** - Médias e desvios padrão para o parâmetro cor das quatro formulações de mortadela.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA (L*)	66,71 <sup>a</sup> ± 0,32	66,46 <sup>a</sup> ± 1,08	65,94 <sup>a</sup> ± 0,53	66,62 <sup>a</sup> ± 0,78	66,80 <sup>a</sup> ± 0,46	66,88 <sup>a</sup> ± 0,44	68,17 <sup>b</sup> ± 0,76
PSA (L*)	68,72 <sup>a</sup> ± 0,28	64,14 <sup>a</sup> ± 3,10	63,50 <sup>a</sup> ± 3,97	64,83 <sup>b</sup> ± 2,93	67,95 <sup>a</sup> ± 0,83	68,40 <sup>a</sup> ± 0,85	67,67 <sup>a</sup> ± 1,40
MCA (L*)	62,68 <sup>a</sup> ± 4,33	64,02 <sup>a</sup> ± 5,84	64,11 <sup>a</sup> ± 7,30	64,53 <sup>a</sup> ± 6,37	65,33 <sup>a</sup> ± 2,52	62,67 <sup>a</sup> ± 6,37	65,00 <sup>a</sup> ± 5,63
MSA (L*)	65,96 <sup>a</sup> ± 1,59	62,33 <sup>a</sup> ± 3,88	63,07 <sup>a</sup> ± 3,64	63,71 <sup>a</sup> ± 2,55	64,45 <sup>a</sup> ± 5,01	63,75 <sup>a</sup> ± 4,47	64,42 <sup>a</sup> ± 4,06
Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA (b*)	10,04 <sup>b</sup> ± 0,62	10,44 <sup>a</sup> ± 0,36	10,43 <sup>a</sup> ± 0,45	10,58 <sup>a</sup> ± 0,33	10,93 <sup>a</sup> ± 0,38	11,00 <sup>a</sup> ± 0,39	11,12 <sup>a</sup> ± 0,10
PSA (b*)	10,50 <sup>a</sup> ± 0,04	9,28 <sup>a</sup> ± 0,41	9,07 <sup>a</sup> ± 0,75	9,41 <sup>a</sup> ± 0,34	9,27 <sup>b</sup> ± 0,64	9,07 <sup>a</sup> ± 1,25	9,60 <sup>a</sup> ± 0,60
MCA (b*)	12,31 <sup>a</sup> ± 1,27	12,53 <sup>a</sup> ± 2,41	12,87 <sup>a</sup> ± 2,07	12,27 <sup>a</sup> ± 1,54	11,50 <sup>a</sup> ± 0,50	12,87 <sup>a</sup> ± 1,86	12,02 <sup>a</sup> ± 1,54
MSA (b*)	12,26 <sup>ab</sup> ± 0,50	12,62 <sup>a</sup> ± 1,35	11,97 <sup>a</sup> ± 1,08	12,31 <sup>a</sup> ± 1,29	11,74 <sup>a</sup> ± 1,62	11,81 <sup>a</sup> ± 1,59	11,92 <sup>a</sup> ± 0,95
Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA (a*)	8,14 <sup>a</sup> ± 0,24	8,33 <sup>a</sup> ± 0,24	8,30 <sup>ab</sup> ± 0,22	8,40 <sup>ab</sup> ± 0,17	8,43 <sup>ab</sup> ± 0,03	8,50 <sup>ab</sup> ± 0,05	8,58 <sup>a</sup> ± 0,13
PSA (a*)	6,56 <sup>ab</sup> ± 0,58	7,18 <sup>a</sup> ± 0,59	7,89 <sup>a</sup> ± 0,11	7,62 <sup>b</sup> ± 0,68	7,23 <sup>a</sup> ± 0,06	7,83 <sup>a</sup> ± 0,67	8,67 <sup>a</sup> ± 0,45
MCA (a*)	6,53 <sup>b</sup> ± 0,64	7,07 <sup>a</sup> ± 1,55	7,01 <sup>b</sup> ± 0,87	7,38 <sup>a</sup> ± 1,09	7,83 <sup>ab</sup> ± 0,76	6,79 <sup>b</sup> ± 1,41	7,25 <sup>a</sup> ± 1,46
MSA (a*)	7,68 <sup>b</sup> ± 0,40	8,48 <sup>a</sup> ± 0,75	8,09 <sup>ab</sup> ± 0,48	8,47 <sup>a</sup> ± 1,10	8,37 <sup>b</sup> ± 0,30	8,44 <sup>ab</sup> ± 0,22	8,44 <sup>a</sup> ± 0,22

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Como podemos ainda observar na Tabela 4, a utilização da Maca Peruana não está de acordo com as citações dos autores, após o período de 90 dias, a mortadela com Maca e sem antioxidante (MSA) conseguiu manter a cor vermelha.

Conforme observado na Tabela 4, o componente de cor b\* (intensidade de amarelo) reduziu ao longo do tempo de armazenamento.

Gok *et al.* (2011), avaliando o efeito do alecrim e do  $\alpha$ -tocoferol sobre a coloração de produto cárneo fermentado e estocado por 90 dias, também observaram redução do componente de cor b\* durante o armazenamento. Esse decréscimo foi atribuído à diminuição do conteúdo de oximioglobina (PEREZ-ALVAREZ *et al.*, 1999).

### 5.3 Perfil de Textura

Para a análise dos resultados obtidos na determinação de textura, foram separados em tabelas distintas todos os parâmetros para melhor visualização e detalhamento. Na Tabela 6 estão descritos os resultados da dureza.

**Tabela 6** - Médias e desvios padrão da dureza (g) para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	1651,37 <sup>a</sup> ±300,63	631,27 <sup>a</sup> ±233,22	925,70 <sup>b</sup> ±66,68	503,13 <sup>a</sup> ±94,54	1069,33 <sup>c</sup> ±305,91	429,2 <sup>a</sup> ±104,20	376,53 <sup>a</sup> ±32,09
PSA	1600,90 <sup>b</sup> ±252,67	678,83 <sup>a</sup> ±190,42	431,00 <sup>a</sup> ±17,03	496,37 <sup>a</sup> ±89,15	466,30 <sup>a</sup> ±56,60	438,03 <sup>a</sup> ±155,44	392,00 <sup>a</sup> ±62,29
MCA	464,63 <sup>a</sup> ±205,57	537,00 <sup>a</sup> ±109,23	364,63 <sup>a</sup> ±342,25	90,87 <sup>a</sup> ±17,83	199,93 <sup>a</sup> ±17,54	156,33 <sup>a</sup> ±111,62	144,73 <sup>a</sup> ±72,49
MSA	809,90 <sup>b</sup> ±127,33	774,23 <sup>a</sup> ±66,17	201,50 <sup>a</sup> ±177,29	179,80 <sup>a</sup> ±52,12	352,53 <sup>a</sup> ±36,30	153,40 <sup>a</sup> ±44,49	342,87 <sup>a</sup> ±119,90

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Com a realização da análise estatística, podemos observar que para qualquer nível de significância, as médias dos vários grupos não são todas iguais, o que significa dizer que existem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na dureza com a presença ou não de antioxidante.

Na Tabela 7, verifica-se que não existem diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) no parâmetro adesividade em PCA e MCA.

**Tabela 7** - Médias e desvios padrão da adesividade (g\*s) para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	-13,57 <sup>a</sup> ±17,87	-2,60 <sup>a</sup> ±0,95	-4,10 <sup>a</sup> ±2,13	-0,30 <sup>a</sup> ±0,10	-11,93 <sup>a</sup> ±14,71	-0,80 <sup>a</sup> ±0,67	-0,27 <sup>a</sup> ±0,21
PSA	-3,93 <sup>a</sup> ±1,50	-1,27 <sup>a</sup> ±1,27	-0,70 <sup>a</sup> ±0,62	-0,57 <sup>a</sup> ±0,29	-0,33 <sup>a</sup> ±0,12	-0,07 <sup>a</sup> ±0,06	-7,33 <sup>b</sup> ±4,19
MCA	-0,90 <sup>a</sup> ±0,36	-1,93 <sup>a</sup> ±2,15	-1,0 <sup>a</sup> ±0,90	-0,30 <sup>a</sup> ±0,20	-0,63 <sup>a</sup> ±0,42	-0,20 <sup>a</sup> ±0,10	-0,53 <sup>a</sup> ±0,67
MSA	-3,03 <sup>a</sup> ±0,40	-1,53 <sup>a</sup> ±1,76	-0,60 <sup>a</sup> ±0,79	-1,70 <sup>a</sup> ±0,66	-0,57 <sup>a</sup> ±0,49	-0,43 <sup>a</sup> ±0,45	-1,93 <sup>b</sup> ±0,40

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na tabela 8, verificou-se que existem diferenças significativas para o parâmetro de dureza com a presença ou não de antioxidante e/ou Maca em: Início as duas formulações padrões (PCA e PSA) diferem das formulações com Maca (MCA e MSA), no dia 30 a padrão com antioxidante diferiu-se das formulações de Maca (MCA e MSA) e no dia 60 a padrão com antioxidante (PCA) diferiu-se das demais.

**Tabela 8** - Médias e desvios padrão da dureza (g) para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
<b>PCA</b>	1651,37 <sup>b</sup> ±300,63	631,27 <sup>a</sup> ±233,22	925,70 <sup>b</sup> ±66,68	503,13 <sup>b</sup> ±94,54	1069,33 <sup>b</sup> ±305,91	429,2 <sup>a</sup> ±104,20	376,53 <sup>a</sup> ±32,09
<b>PSA</b>	1600,90 <sup>b</sup> ±252,67	678,83 <sup>a</sup> ±190,42	431,00 <sup>ab</sup> ±17,03	496,37 <sup>b</sup> ±89,15	466,30 <sup>a</sup> ±56,60	438,03 <sup>a</sup> ±155,44	392,00 <sup>a</sup> ±62,29
<b>MCA</b>	464,63 <sup>a</sup> ±205,57	537,00 <sup>a</sup> ±109,23	364,63 <sup>a</sup> ±342,25	90,87 <sup>a</sup> ±17,83	199,93 <sup>a</sup> ±17,54	156,33 <sup>a</sup> ±111,62	144,73 <sup>b</sup> ±72,49
<b>MSA</b>	809,90 <sup>a</sup> ±127,33	774,23 <sup>a</sup> ±66,17	201,50 <sup>a</sup> ±177,29	179,80 <sup>a</sup> ±52,12	352,53 <sup>a</sup> ±36,30	153,40 <sup>a</sup> ±44,49	342,87 <sup>ab</sup> ±119,90

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na tabela 9, verificou-se que no dia 30, a formulação padrão com antioxidante (PCA) difere-se das formulações padrão sem antioxidante (PSA) e Maca sem antioxidante (MSA). No dia 45, a formulação de Maca sem antioxidante (MSA) difere-se das demais. Por fim, no dia 90, a formulação padrão sem antioxidante (PSA) difere-se das formulações padrão com antioxidante (PCA) e Maca com antioxidante (MCA) ficando claro que a presença ou não de antioxidante influenciou neste parâmetro de textura.

**Tabela 9** - Médias e desvios padrão da adesividade (g\*s) para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
<b>PCA</b>	-13,57 <sup>b</sup> ±17,87	-2,60 <sup>a</sup> ±0,95	-4,10 <sup>b</sup> ±2,13	-0,30 <sup>a</sup> ±0,10	-11,93 <sup>b</sup> ±14,71	-0,80 <sup>a</sup> ±0,67	-0,27 <sup>a</sup> ±0,21
<b>PSA</b>	-3,93 <sup>a</sup> ±1,50	-1,27 <sup>a</sup> ±1,27	-0,70 <sup>a</sup> ±0,62	-0,57 <sup>a</sup> ±0,29	-0,33 <sup>a</sup> ±0,12	-0,07 <sup>a</sup> ±0,06	-7,33 <sup>b</sup> ±4,19
<b>MCA</b>	-0,90 <sup>a</sup> ±0,36	-1,93 <sup>a</sup> ±2,15	-1,0 <sup>ab</sup> ±0,90	-0,30 <sup>a</sup> ±0,20	-0,63 <sup>a</sup> ±0,42	-0,20 <sup>a</sup> ±0,10	-0,53 <sup>a</sup> ±0,67
<b>MSA</b>	-3,03 <sup>a</sup> ±0,40	-1,53 <sup>a</sup> ±1,76	-0,60 <sup>a</sup> ±0,79	-1,70 <sup>b</sup> ±0,66	-0,57 <sup>a</sup> ±0,49	-0,43 <sup>a</sup> ±0,45	-1,93 <sup>ab</sup> ±0,40

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nos parâmetros elasticidade em MSA, coesividade em PSA, MCA e MSA e em resiliência MSA, ou seja, estes parâmetros se mantiveram estatisticamente iguais ao longo dos 90 dias e podem ser observadas nas Tabelas 10, 11 e 12.

**Tabela 10** - Médias e desvios padrão da elasticidade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
<b>PCA</b>	0,83 <sup>b</sup> ±0,02	0,90 <sup>a</sup> ±0,08	0,90 <sup>a</sup> ±0,12	1,00 <sup>a</sup> ±0,01	0,96 <sup>a</sup> ±0,05	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01
<b>PSA</b>	0,91 <sup>b</sup> ±0,01	1,00 <sup>a</sup> ±0,01	0,96 <sup>a</sup> ±0,05	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01
<b>MCA</b>	0,94 <sup>a</sup> ±0,07	0,97 <sup>a</sup> ±0,04	0,86 <sup>a</sup> ±0,12	0,84 <sup>a</sup> ±0,18	0,88 <sup>a</sup> ±0,05	0,80 <sup>a</sup> ±0,21	0,86 <sup>a</sup> ±0,06
<b>MSA</b>	0,97 <sup>a</sup> ±0,06	1,01 <sup>a</sup> ±0,01	0,73 <sup>b</sup> ±0,15	0,81 <sup>a</sup> ±0,08	0,95 <sup>a</sup> ±0,07	0,89 <sup>a</sup> ±0,03	0,96 <sup>a</sup> ±0,06

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 11** - Médias e desvios padrão da coesividade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
<b>PCA</b>	0,82 <sup>a</sup> ±0,06	0,91 <sup>b</sup> ±0,02	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,89 <sup>a</sup> ±0,06	0,87 <sup>a</sup> ±0,02	0,87 <sup>a</sup> ±0,01	0,88 <sup>a</sup> ±0,02
<b>PSA</b>	0,85 <sup>a</sup> ±0,02	0,88 <sup>a</sup> ±0,02	0,87 <sup>a</sup> ±0,02	0,91 <sup>a</sup> ±0,01	0,91 <sup>a</sup> ±0,01	0,85 <sup>a</sup> ±0,06	0,90 <sup>a</sup> ±0,01
<b>MCA</b>	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,87 <sup>a</sup> ±0,01	0,82 <sup>a</sup> ±0,06	0,79 <sup>a</sup> ±0,04	0,81 <sup>a</sup> ±0,04	0,73 <sup>a</sup> ±0,13	0,78 <sup>a</sup> ±0,08
<b>MAS</b>	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,82 <sup>a</sup> ±0,02	0,84 <sup>a</sup> ±0,01	0,87 <sup>a</sup> ±0,04	0,82 <sup>a</sup> ±0,07	0,85 <sup>a</sup> ±0,02

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

**Tabela 12** - Médias e desvios padrão da resiliência para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	0,50 <sup>a</sup> ±0,03	0,62 <sup>a</sup> ±0,02	0,56 <sup>a</sup> ±0,02	0,63 <sup>a</sup> ±0,02	0,6 <sup>a</sup> ±0,04	0,59 <sup>a</sup> ±0,01	0,62 <sup>a</sup> ±0,04
PSA	0,55 <sup>b</sup> ±0,02	0,60 <sup>a</sup> ±0,05	0,59 <sup>a</sup> ±0,04	0,67 <sup>a</sup> ±0,01	0,68 <sup>a</sup> ±0,01	0,60 <sup>a</sup> ±0,07	0,67 <sup>a</sup> ±0,03
MCA	0,55 <sup>a</sup> ±0,02	0,57 <sup>a</sup> ±0,01	0,52 <sup>a</sup> ±0,07	0,42 <sup>a</sup> ±0,04	0,41 <sup>a</sup> ±0,03	0,37 <sup>a</sup> ±0,10	0,37 <sup>a</sup> ±0,08
MAS	0,54 <sup>b</sup> ±0,09	0,58 <sup>c</sup> ±0,01	0,47 <sup>a</sup> ±0,06	0,43 <sup>a</sup> ±0,01	0,56 <sup>a</sup> ±0,09	0,49 <sup>a</sup> ±0,09	0,50 <sup>a</sup> ±0,06

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Em relação à coesividade, como foi dito anteriormente, as características da Maca Peruana se assemelham às da fécula de mandioca, que é responsável por conferir uma melhor coesividade aos embutidos cárneos (BOURSCHEID, 2009).

Como a fécula de mandioca tem um elevado valor de carboidrato, responsável por conferir liga às peças cárneas, por a Maca Peruana se assemelhar a essas características, isto explica a adesividade entre as formulações de PCA e MCA terem se mantido estatisticamente iguais. Desta forma, a adição da Maca ajudou a retenção de água dos produtos elaborados, o que pode ter contribuído para a maior adesividade observada.

O aumento da dureza relaciona-se diretamente com o teor de proteína, devido às interações proteicas que formam a matriz gélica. O aumento no teor de proteínas na fase contínua das emulsões aumentou a força do gel e, conseqüentemente, a dureza e a mastigabilidade; isto ocorre em virtude da maior área ocupada pela matriz proteica, que aumentou o número de ligações cruzadas intermoleculares entre as proteínas (BREWER *et al.*, 2005).

Na tabela 13, verificou-se que no Início a formulação padrão com antioxidante (PCA) apresentou diferença significativa com a formulação de Maca sem antioxidante (MSA). No dia 30, a formulação de Maca sem antioxidante (MSA) apresentou diferença significativa das demais formulações. Estas diferenças deixam claro que a presença de Maca e a ausência de antioxidante influenciaram na elasticidade ao longo do tempo.

**Tabela 13** - Médias e desvios padrão da elasticidade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	0,83 <sup>a</sup> ±0,02	0,90 <sup>a</sup> ±0,08	0,90 <sup>a</sup> ±0,12	1,00 <sup>a</sup> ±0,01	0,96 <sup>a</sup> ±0,05	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01
PSA	0,91 <sup>ab</sup> ±0,01	1,00 <sup>a</sup> ±0,01	0,96 <sup>a</sup> ±0,05	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01	0,99 <sup>a</sup> ±0,01
MCA	0,94 <sup>ab</sup> ±0,07	0,97 <sup>a</sup> ±0,04	0,86 <sup>a</sup> ±0,12	0,84 <sup>a</sup> ±0,18	0,88 <sup>a</sup> ±0,05	0,80 <sup>a</sup> ±0,21	0,86 <sup>a</sup> ±0,06
MAS	0,97 <sup>b</sup> ±0,06	1,01 <sup>a</sup> ±0,01	0,73 <sup>b</sup> ±0,15	0,81 <sup>a</sup> ±0,08	0,95 <sup>a</sup> ±0,07	0,89 <sup>a</sup> ±0,03	0,96 <sup>ab</sup> ±0,06

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na tabela 14, verificou-se que a formulação padrão (PCA) no Início, apresentou diferença significativa das demais formulações. No dia 15, as formulações padrão com antioxidante (PCA) e Maca sem antioxidante (MSA) apresentaram diferença significativa entre si. No dia 45, a formulação padrão com antioxidante (PCA) apresentou diferença significativa da formulação de Maca com antioxidante (MCA), a formulação Maca sem

antioxidante (MSA) foi diferente da formulação padrão sem antioxidante (PSA). No dia 60, as formulações padrão sem antioxidante (PSA) e Maca com antioxidante (MCA) apresentaram diferença significativa entre si. A presença de Maca e o tempo de armazenamento também interferiram neste parâmetro no dia 90, a formulação padrão sem antioxidante apresentou diferença significativa da formulação de Maca com antioxidante (MCA).

**Tabela 14** - Médias e desvios padrão da coesividade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	0,82 <sup>b</sup> ±0,06	0,91 <sup>b</sup> ±0,02	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,89 <sup>bc</sup> ±0,06	0,87 <sup>ab</sup> ±0,02	0,87 <sup>a</sup> ±0,01	0,88 <sup>ab</sup> ±0,02
PSA	0,85 <sup>a</sup> ±0,02	0,88 <sup>ab</sup> ±0,02	0,87 <sup>a</sup> ±0,02	0,91 <sup>c</sup> ±0,01	0,91 <sup>b</sup> ±0,01	0,85 <sup>a</sup> ±0,06	0,90 <sup>b</sup> ±0,01
MCA	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,87 <sup>ab</sup> ±0,01	0,82 <sup>a</sup> ±0,06	0,79 <sup>a</sup> ±0,04	0,81 <sup>a</sup> ±0,04	0,73 <sup>a</sup> ±0,13	0,78 <sup>a</sup> ±0,08
MAS	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,86 <sup>a</sup> ±0,01	0,82 <sup>a</sup> ±0,02	0,84 <sup>ab</sup> ±0,01	0,87 <sup>ab</sup> ±0,04	0,82 <sup>a</sup> ±0,07	0,85 <sup>ab</sup> ±0,02

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na tabela 15, verificou-se que as formulações padrões (PCA e PSA) apresentaram diferença significativa das formulações de Maca (MCA e MSA). No dia 60, a formulação de Maca com antioxidante (MCA) difere-se das demais, assim como no dia 75. No dia 90, as formulações padrões (PCA e PSA) apresentam diferença significativa da formulação de Maca com antioxidante (MCA) e a formulação de Maca sem antioxidante (MSA) apresentou diferença significativa da formulação padrão sem antioxidante (PSA).

**Tabela 15** - Médias e desvios padrão da resiliência para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	0,50 <sup>a</sup> ±0,03	0,62 <sup>a</sup> ±0,02	0,56 <sup>a</sup> ±0,02	0,63 <sup>b</sup> ±0,02	0,61 <sup>a</sup> ±0,04	0,59 <sup>a</sup> ±0,01	0,62 <sup>bc</sup> ±0,04
PSA	0,55 <sup>a</sup> ±0,02	0,60 <sup>a</sup> ±0,05	0,59 <sup>a</sup> ±0,04	0,67 <sup>b</sup> ±0,01	0,68 <sup>a</sup> ±0,01	0,60 <sup>a</sup> ±0,07	0,67 <sup>c</sup> ±0,03
MCA	0,55 <sup>a</sup> ±0,02	0,57 <sup>a</sup> ±0,01	0,52 <sup>a</sup> ±0,07	0,42 <sup>a</sup> ±0,04	0,41 <sup>b</sup> ±0,03	0,37 <sup>b</sup> ±0,10	0,37 <sup>a</sup> ±0,08
MAS	0,54 <sup>a</sup> ±0,09	0,58 <sup>a</sup> ±0,01	0,47 <sup>a</sup> ±0,06	0,43 <sup>a</sup> ±0,01	0,56 <sup>a</sup> ±0,09	0,49 <sup>ab</sup> ±0,09	0,50 <sup>ab</sup> ±0,06

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

A amostra que apresentou maior dureza foi a padrão sem antioxidante (PSA) 392g e a que apresentou menor dureza foi a de Maca com antioxidante 144,73g. Em relação à mastigabilidade a formulação padrão sem antioxidante (PSA) foi a maior após os 90 dias de análise (350,34) e a menor foi a de Maca com antioxidante (MCA) 101,27.

Este aumento da dureza e mastigabilidade das formulações de mortadela com maca peruana (MCA e MSA), após os noventa dias, fica evidente na Tabela 16.

**Tabela 16** - Médias e desvios padrão da mastigabilidade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	1038,34 <sup>a</sup> ±286,99	569,54 <sup>a</sup> ±127,89	630,02 <sup>a</sup> ±234,81	447,11 <sup>a</sup> ±85,10	882,31 <sup>b</sup> ±181,53	368,47 <sup>a</sup> ±87,87	328,64 <sup>a</sup> ±24,24
PSA	1241,64 <sup>b</sup> ±191,99	598,49 <sup>a</sup> ±177,92	365,05 <sup>b</sup> ±37,87	447,38 <sup>a</sup> ±80,73	421,33 <sup>a</sup> ±52,16	375,60 <sup>a</sup> ±151,74	350,34 <sup>a</sup> ±56,55
MCA	386,33 <sup>a</sup> ±203,73	456,93 <sup>a</sup> ±107,22	290,06 <sup>b</sup> ±323,46	58,98 <sup>a</sup> ±8,77	141,90 <sup>a</sup> ±23,54	111,10 <sup>a</sup> ±110,44	101,27 <sup>a</sup> ±65,58
MAS	664,02 <sup>b</sup> ±53,04	677,96 <sup>b</sup> ±45,06	130,62 <sup>b</sup> ±125,82	124,95 <sup>a</sup> ±47,95	294,25 <sup>a</sup> ±54,44	112,41 <sup>a</sup> ±39,34	283,32 <sup>a</sup> ±113,42

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Em relação à gomosidade (Tabela 17), podemos observar que em comparação com as formulações padrões (PCA e PSA), houve uma diminuição neste parâmetro para as formulações com Maca Peruana. As reduções deste parâmetro indica o amolecimento da textura da mortadela. Maqsood *et al.* (2012) avaliaram a adição do ácido tânico como agente antioxidante na formulação de embutidos cárneos e observaram que o controle (sem ácido tânico) apresentava amolecimento da textura após 20 dias de armazenamento a 4° C. Concluiu-se que este comportamento provavelmente era resultado da ação proteolítica promovida por enzimas proteases bacterianas.

**Tabela 17** - Médias e desvios padrão da gomosidade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	1254,16 <sup>c</sup> ±362,29	570,45 <sup>a</sup> ±206,55	685,36 <sup>a</sup> ±177,59	399,61 <sup>a</sup> ±84,16	927,69 <sup>b</sup> ±250,61	370,44 <sup>a</sup> ±88,02	330,67 <sup>a</sup> ±24,39
PSA	1362,1 <sup>b</sup> ±197,85	597,83 <sup>a</sup> ±171,53	376,73 <sup>a</sup> ±22,38	450,14 <sup>a</sup> ±81,15	423,93 <sup>a</sup> ±52,48	377,92 <sup>a</sup> ±152,67	353,74 <sup>c</sup> ±57,06
MCA	402,61 <sup>a</sup> ±181,21	468,42 <sup>a</sup> ±92,30	310,14 <sup>a</sup> ±310,09	71,52 <sup>a</sup> ±11,72	161,61 <sup>a</sup> ±20,50	122,64 <sup>a</sup> ±102,21	115,15 <sup>a</sup> ±68,31
MAS	694,64 <sup>b</sup> ±104,10	668,69 <sup>b</sup> ±61,92	163,57 <sup>a</sup> ±142,03	150,94 <sup>a</sup> ±43,99	307,46 <sup>a</sup> ±41,07	126,61 <sup>a</sup> ±43,64	292,9 <sup>a</sup> ±108,14

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

De acordo com Lorenzo *et al.* (2014) os produtos de oxidação de proteínas levam a oxidação de lipídios, ou seja, alteração da composição da gordura, que possivelmente levou a redução da gomosidade.

Na tabela 18, verificou-se que no Início a formulação padrão sem antioxidante (PSA) apresentou diferença significativa das formulações de Maca (MCA e MSA), a formulação padrão com antioxidante (PCA) apresentou diferença significativa da formulação de Maca com antioxidante (MCA). No dia 45, as formulações padrões (PCA e PSA) apresentaram diferença significativa das formulações de Maca (MCA e MSA). No dia 60, a formulação padrão com antioxidante (PCA) apresentou diferença significativa das demais formulações, a formulação padrão sem antioxidante (PSA) também apresentou diferença significativa da formulação padrão de Maca (MCA). No dia 90, as formulações padrões (PCA e PSA) apresentaram diferença significativa da formulação de Maca com antioxidante (MCA) evidenciando que o tempo de armazenamento influenciou na mastigabilidade.

**Tabela 18** - Médias e desvios padrão da mastigabilidade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	1038,34 <sup>bc</sup> ±286,99	569,54 <sup>a</sup> ±127,89	630,02 <sup>a</sup> ±234,81	447,11 <sup>b</sup> ±85,10	882,31 <sup>a</sup> ±181,53	368,47 <sup>a</sup> ±87,87	328,64 <sup>a</sup> ±24,24
PSA	1241,64 <sup>a</sup> ±191,99	598,49 <sup>a</sup> ±177,92	365,05 <sup>a</sup> ±37,87	447,38 <sup>b</sup> ±80,73	421,33 <sup>b</sup> ±52,16	375,60 <sup>a</sup> ±151,74	350,34 <sup>a</sup> ±56,55
MCA	386,33 <sup>a</sup> ±203,73	456,93 <sup>a</sup> ±107,22	290,06 <sup>a</sup> ±323,46	58,98 <sup>a</sup> ±8,77	141,90 <sup>a</sup> ±23,54	111,10 <sup>a</sup> ±110,44	101,27 <sup>b</sup> ±65,58
MAS	664,02 <sup>ab</sup> ±53,04	677,96 <sup>a</sup> ±45,06	130,62 <sup>a</sup> ±125,82	124,95 <sup>a</sup> ±47,95	294,25 <sup>ab</sup> ±54,44	112,41 <sup>a</sup> ±39,34	283,32 <sup>ab</sup> ±113,42

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na tabela 19, verificou-se que a formulação padrão sem antioxidante (PSA) apresentou diferença significativa das formulações de Maca (MCA e MSA). No dia 30, a formulação padrão com antioxidante (PCA) apresentou diferença significativa da formulação de Maca sem antioxidante (MSA). No dia 45, as formulações padrões (PSA e PCA) apresentaram diferença significativa das formulações de Maca (MCA e MSA). No dia 60, a formulação padrão com antioxidante (PCA) apresentou diferença significativa das demais formulações. Estas diferenças evidenciam que a presença de antioxidante e de Maca nas formulações influenciaram no parâmetro gomosidade.

**Tabela 19** - Médias e desvios padrão da gomosidade para as quatro formulações de mortadelas.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
<b>PCA</b>	1254,16 <sup>bc</sup> ±362,29	570,45 <sup>a</sup> ±206,55	685,36 <sup>b</sup> ±177,59	399,61 <sup>b</sup> ±84,16	927,69 <sup>b</sup> ±250,61	370,44 <sup>a</sup> ±88,02	330,67 <sup>a</sup> ±24,39
<b>PSA</b>	1362,1 <sup>c</sup> ±197,85	597,83 <sup>a</sup> ±171,53	376,73 <sup>ab</sup> ±22,38	450,14 <sup>b</sup> ±81,15	423,93 <sup>a</sup> ±52,48	377,92 <sup>a</sup> ±152,67	353,74 <sup>a</sup> ±57,06
<b>MCA</b>	402,61 <sup>a</sup> ±181,21	468,42 <sup>a</sup> ±92,30	310,14 <sup>ab</sup> ±310,09	71,52 <sup>a</sup> ±11,72	161,61 <sup>a</sup> ±20,50	122,64 <sup>a</sup> ±102,21	115,15 <sup>ab</sup> ±68,31
<b>MAS</b>	694,64 <sup>ab</sup> ±104,10	668,69 <sup>a</sup> ±61,92	163,57 <sup>a</sup> ±142,03	150,94 <sup>a</sup> ±43,99	307,46 <sup>a</sup> ±41,07	126,61 <sup>a</sup> ±43,64	292,9 <sup>a</sup> ±108,14

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

#### 5.4 Perda de Peso por Cozimento

Como citado anteriormente, esta análise foi realizada apenas no Início, ou seja, logo após o cozimento das mortadelas.

Não houve diferença significativa no atributo Perda de Peso por Cozimento (PPC), os valores encontrados foram todos zeros, isto provavelmente ocorreu devido às condições de cozimento utilizadas no presente trabalho, no qual foi realizado cozimento em vapor, que dificultou perdas durante o processo.

Segundo Orsolin (2013), com o cozimento de mortadelas em estufas próprias, acelera-se o desenvolvimento da cor de cura, além de auxiliar na liberação de proteínas solúveis e melhorar as características de fluidez.

#### 5.5 Oxidação lipídica

Neste experimento, para os valores de TBARS, houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos e os tempos de armazenamento das mortadelas, indicando respostas diferentes dos tratamentos ao longo do tempo de armazenamento para os valores dessa variável, conforme o que se apresenta na Tabela 20.

**Tabela 20** - Médias e desvios padrão de TBARS (mg de malonaldeído/kg de mortadela) de mortadelas adicionadas de antioxidante sintético e de Maca Peruana por 90 dias.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	1,29 <sup>a</sup> ±	0,49 <sup>b</sup> ±	0,21 <sup>c</sup> ±	0,46 <sup>d</sup> ±	1,23 <sup>e</sup> ±	2,52 <sup>f</sup> ±	4,33 <sup>g</sup> ±
	1,34x10 <sup>-9</sup>	1,11x10 <sup>-10</sup>	1,41x10 <sup>-10</sup>	2,57x10 <sup>-10</sup>	0,417x10 <sup>-10</sup>	4,01x10 <sup>-10</sup>	7,07x10 <sup>-10</sup>
PSA	1,09 <sup>a</sup> ±	0,75 <sup>b</sup> ±	0,75 <sup>c</sup> ±	1,09 <sup>d</sup> ±	1,77 <sup>e</sup> ±	2,79 <sup>f</sup> ±	4,15 <sup>g</sup> ±
	3,18x10 <sup>-9</sup>	5,53x10 <sup>-10</sup>	9,91x10 <sup>-10</sup>	3,34x10 <sup>-10</sup>	1,56x10 <sup>-10</sup>	6,67x10 <sup>-10</sup>	7,07x10 <sup>-11</sup>
MCA	2,42 <sup>a</sup> ±	1,81 <sup>b</sup> ±	1,50 <sup>c</sup> ±	1,49 <sup>d</sup> ±	1,77 <sup>e</sup> ±	2,36 <sup>f</sup> ±	3,25 <sup>g</sup> ±
	4,17x10 <sup>-9</sup>	3,15x10 <sup>-10</sup>	4,95x10 <sup>-10</sup>	2,25x10 <sup>-10</sup>	2,77x10 <sup>-10</sup>	8,75x10 <sup>-10</sup>	3,88x10 <sup>-9</sup>
MAS	1,88 <sup>a</sup> ±	1,31 <sup>b</sup> ±	1,16 <sup>c</sup> ±	1,49 <sup>d</sup> ±	2,25 <sup>e</sup> ±	3,47 <sup>f</sup> ±	5,13 <sup>g</sup> ±
	7,78x10 <sup>-10</sup>	2,34x10 <sup>-9</sup>	1,63x10 <sup>-9</sup>	1,93x10 <sup>-9</sup>	3,21x10 <sup>-9</sup>	5,13x10 <sup>-9</sup>	4,38x10 <sup>-9</sup>

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

A análise das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) é um dos métodos mais utilizados para determinar a rancidez oxidativa em alimentos. Ela mede a formação de produtos secundários da oxidação, principalmente malonaldeído, que pode contribuir para formação de odor e sabor de gordura oxidada (KANATT; CHANDER; SHARMA, 2010; LEE *et al.*, 2011).

A mortadela está sujeita a vários fatores que influenciam a sua estabilidade e afetam sua vida de prateleira. A oxidação lipídica é apontada como uma das principais causas desta deterioração por alterar a qualidade sensorial e o valor nutritivo, afetando negativamente a aceitabilidade pelo consumidor (PEREIRA *et al.*, 2010).

A legislação brasileira não indica um valor máximo permitido de TBARS específico para mortadela. Os valores encontrados para a mortadela tipo Bologna padrão e as com a adição de maca peruana com e sem antioxidante, em 90 dias de estocagem, não estão de acordo com o valor recomendado para o bom estado de conservação, com relação às alterações oxidativas em produtos cárneos que é menor que 3 mg/kg (ALKAHTANI *et al.*, 1996).

Na tabela 21, fica evidente que a presença ou não de antioxidante, influenciou diretamente nas formulações de mortadela ao longo do período de armazenamento.

**Tabela 21** - Médias e desvios padrão de TBARS (mg de malonaldeído/kg de mortadela) de mortadelas adicionadas de antioxidante sintético e de Maca Peruana por 90 dias.

Formulação	Início	Dia 15	Dia 30	Dia 45	Dia 60	Dia 75	Dia 90
PCA	1,29 <sup>c</sup> ±	0,49 <sup>d</sup> ±	0,21 <sup>d</sup> ±	0,46 <sup>c</sup> ±	1,23 <sup>c</sup> ±	2,52 <sup>c</sup> ±	4,33 <sup>b</sup> ±
	1,34x10 <sup>-9</sup>	1,11x10 <sup>-10</sup>	1,41x10 <sup>-10</sup>	2,57x10 <sup>-10</sup>	0,417x10 <sup>-10</sup>	4,01x10 <sup>-10</sup>	7,07x10 <sup>-10</sup>
PSA	1,09 <sup>d</sup> ±	0,75 <sup>c</sup> ±	0,75 <sup>c</sup> ±	1,09 <sup>b</sup> ±	1,77 <sup>b</sup> ±	2,79 <sup>b</sup> ±	4,15 <sup>c</sup> ±
	3,18x10 <sup>-9</sup>	5,53x10 <sup>-10</sup>	9,91x10 <sup>-10</sup>	3,34x10 <sup>-10</sup>	1,56x10 <sup>-10</sup>	6,67x10 <sup>-10</sup>	7,07x10 <sup>-11</sup>
MCA	2,42 <sup>a</sup> ±	1,81 <sup>a</sup> ±	1,50 <sup>a</sup> ±	1,49 <sup>a</sup> ±	1,77 <sup>b</sup> ±	2,36 <sup>d</sup> ±	3,25 <sup>d</sup> ±
	4,17x10 <sup>-9</sup>	3,15x10 <sup>-10</sup>	4,95x10 <sup>-10</sup>	2,25x10 <sup>-10</sup>	2,77x10 <sup>-10</sup>	8,75x10 <sup>-10</sup>	3,88x10 <sup>-9</sup>
MSA	1,88 <sup>b</sup> ±	1,31 <sup>b</sup> ±	1,16 <sup>b</sup> ±	1,49 <sup>a</sup> ±	2,25 <sup>a</sup> ±	3,47 <sup>a</sup> ±	5,13 <sup>a</sup> ±
	7,78x10 <sup>-10</sup>	2,34x10 <sup>-9</sup>	1,63x10 <sup>-9</sup>	1,93x10 <sup>-9</sup>	3,21x10 <sup>-9</sup>	5,13x10 <sup>-9</sup>	4,38x10 <sup>-9</sup>

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Com o estudo realizado, podemos observar que até o dia 60 de análise, todas as formulações de mortadela estavam dentro do valor recomendado para o bom estado de conservação (3 mg/kg), depois deste período o aumento foi considerável, o que sugere que para um resultado mais efetivo, o período de vida de prateleira destas mortadelas deve ser menor que 90 dias.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso da Maca Peruana na formulação de mortadelas mostrou-se eficiente em alguns parâmetros físico-químicos avaliados e em outros não. Mais estudos deveriam ser realizados para os efeitos causados pela Maca nestes tipos de produtos cárneos embutidos cozidos, como em relação à análise sensorial e até mesmo no teor de umidade final. Talvez por ter uma maior retenção de líquido, tenha uma maior fermentação, diminuindo o pH, acidificando o produto e levando a uma maior oxidação lipídica, devido ao aumento da umidade.

A maior retenção de água observada na Maca pode ser uma propriedade interessante, porém, deve ser melhor avaliada para sua aplicação nos produtos cárneos, devido à sua alta perecibilidade.

As formulações se apresentaram satisfatórias em relação aos parâmetros físico-químicos, apesar de apresentarem diferença significativa entre os atributos pH e cor objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ).

Como antioxidante natural, o presente trabalho obteve uma resposta positiva até 75 dias de análise, mas as amostras com a Maca apresentaram valores de oxidação lipídica maiores do que as amostras padrões.

Em relação a textura, as formulações de mortadelas apresentaram-se satisfatórias, apesar de haver diferenças significativas entre alguns parâmetros analisados.

## **7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Considerando os resultados do presente trabalho, sugerem-se para novos trabalhos os seguintes estudos:

- Melhoramento da cor do produto final;
- Elaboração de formulações em condições mais controladas e comparar com os valores apresentados neste trabalho;
- Estudo da composição centesimal da Maca Peruana;
- Análise microbiológica das mortadelas;
- Análise sensorial para obter-se uma possível aceitação do produto final.

## 8 REFERÊNCIAS

ABREU, VIRGINIA KELLY GONÇALVES. **Efeito antioxidante do ácido anacárdico na estabilidade da gema de ovo in natura e desidratada, e da carne e mortadela de frango.** 2013. 87 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Fortaleza, 2013.

ADTEC, 2015. **Antioxidantes.** Disponível em: <[http://www.adtec-tecnologia.com.br/portugues/produtos\\_antioxidantes.html](http://www.adtec-tecnologia.com.br/portugues/produtos_antioxidantes.html)>. Acesso em: 27 de abril de 2017.

AHN, J.; GRUN, I. U.; MUSTAPHA, A. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. **Food Microbiology**, v. 24, n. 1, p. 7-14, 2007.

ALKAHTHANI, H. A.; et al. Chemical changes after irradiation and postirradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, v.61, n.4, p.729-733, 1996.

BEKHIT, A. E. D.; GEESINK, G. H.; ILIAN, M. A.; MORTON, J. D.; R. BICKERSTAFFE. The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. **Food Chemistry**, v. 81, n. 2, p. 175-187, 2003.

BENEVIDES, S. D.; NASSU, R. **Produtos cárneos.** Brasília: Embrapa, 2010.

BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v.32,n.7, p.62-72, 1978.

BOURSCHEID, C., 2009. **Avaliação da influência da fécula de mandioca e proteína texturizada de soja nas características físico – químicas e sensoriais de hambúrguer de carne bovina.** Disponível em < <http://www.pergamum.udesc.br/dadosbu.pdf>> Acesso em : 10 de março de 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 4, de 31/03/2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Mortadela. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2000.

BREWER, M. S.; PETERSON, W. J.; CARR, T. C.; McCUSKER, R.; NOVAKOFSI, J. Thermal gelation properties of miofibrillar protein and gelatin combinations. **Journal Muscle Foods**, v. 16, n.2, p. 126-140, 2005.

CANALES, M.; AGUILAR, J.; PRADA, A.; MARCELO, A.; HUAMÁN, C.; CARVAJAL, L. Evaluación nutricional de *lipidium meyenii* (MACA) en ratones albinos y su descendencia. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, p.126-33, 2000.

CÁRDENAS, S. E. Recuperación de productos nativos de los Andes: kiwicha y maca. **Revista de Antropología Facultad de Ciencias Sociales. E.A.P. de Antropología** (ISSN: 1811-380X), v.3, n. 3, p. 193-201, 2005.

CARPENTER, R.; O'GRADY, M. N.; O'CALLAGHAN, Y.C.; O'BRIEN N.M.; KERRY, J. P. Evaluation of the antioxidant potential of grape seed and bearberry extracts in raw and cooked pork. **Meat Science**, v. 76, n. 4, p. 604-610, 2007.

CIKUTOVIC, M.; FUENTES, N. & BUSTOS-OBREGON, E. Effect of intermitente hypoxia on the reproduction of rats exposed to high altitude in the Chilean Altiplano. **High Altitude Medicine & Biology**, v. 10, p. 357-63, 2009.

DECKER, E.A.; XU, Z. Minimizing rancidity in muscle foods. **Food Technology**, v. 52, n.10, p.54-59, 1999.

DINI, I., TENORE, G. C.; DINI, A. Glucosinolates from maca (*Lepidium meyenii*). **Biochemical Systematic and Ecology**, v. 30, p. 1087-1090. 2002.

FERNANDEZ-GINÉS, J. M.; FERNDEZ-LÓPEZ, J. M.; SAYAS-BASBERÁ, M. E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. (2004). Lemon albedo as new source of dietary fiber: application to Bologna sausages. **Meat Science**, 67, 7-13.

GOK, V.; OBUZ, E.; SAHIN, M.E.; SERTESER, A. The effects of some natural antioxidants on the color, chemical and microbiological properties of sucuk (Turkish dry-fermented sausage) during ripening and storage periods. **Journal of Food Processing and Preservation**. v.35, p.677-690, 2011.

GONZALES, G. F.; GASCO, M. & LOZADA-REQUENA, I. Role of Maca (*Lepidium meyenii*) Consumption on Serum Interleukin-6 Levels and Health Status in Populations Living in the Peruvian Central Andes over 4000 m of Altitude. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 68, p. 347-51, 2013.

GONZALES, G. F.; MIRANDA, S., NIETO, J.; FERNÁNDEZ, G.; YUCRA, S., RUBIO, J. Red maca (*Lepidium meyenii*) reduced prostate size in rats. **Reproductive Biology and Endocrinology**, 3(1), 5, 2005.

HALLIWEL, B. et al. The characterization of antioxidants. **Food Chemistry Toxicology**, Oxford, v. 33, n. 7, p. 601-17, 1995.

HERMANN, M; BERNET, T. The transition of maca from neglect to market prominence: Lessons for improving use strategies and market chains of minor crops [on-line]. Agricultural Biodiversity and Livelihoods Discussion Papers 1. **Bioversity International**, Rome, Italy. 2009.

HONIKEL, K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**. 49: 447-457.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4. ed. São Paulo, 2005, 1018p.

LI, G.; AMMERMANN, U.; QUIRÓS, C. F. Glucosinolate contents in Maca (*Lepidium peruvianum Chacón*) seeds, sprouts, mature plants and several derived commercial products. **Economy Botany**. 55, 225 – 262. 2001.

LORENZO, J. M.; PATEIRO M.; FONTÁN M. C. G.; CARBALLO J. Effect of that contente on physical, microbial, lipid and protein changes during chill storage of foal liver pâté. **Food Chemistry**. v. 155. P.57-63, 2014.

KANATT, S.R.; CHANDER, R.; SHARMA, A. Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improves the shelf life of chicken products. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 216-222, 2010.

KANG, K. R.; CHERIAN, G.; SIM, J. S. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.

KIM, S.J.; CHO, A.R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, v. 29, p. 112-120, 2013.

KULKARNI, S.; DESANTOS, F.A.; KATTAMURI, S.; ROSSI, S.J; BREWER, M.S. Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of a pre-cooked, frozen, reheated beef sausage model system. **Meat Science**, v. 88, p. 139-144, 2011.

LEE, M.A.; CHOI, J.H.; CHOI, Y.S.; KIM, H.Y.; KIM, H.W.; HWANG, K.E.; CHUNG, H.K.; KIM, C.J. Effects of kimchi ethanolic extracts on oxidative stability of refrigerated cooked pork. **Meat Science**, v. 89, p. 405-411, 2011.

LIU, D.C.; TSAU, R.T.; LIN, Y.C.; JAN, S.S; TAN, F.J. Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. **Food Chemistry**, Oxford, v. 117, n.1, p. 106-113. Nov, 2009.

MAPA. Instrução Normativa Nº 4. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2000.

MAQSOOD S., BENJAKUL S., KHANSAHEB A., BALANGE. Effect of tannic acid and kiam wood extract on lipid oxidation and textural proprieties of fish emulsion sausages during refrigerated storage. **Food Chemistry**. v. 130. 408-416. 2012.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologias de Alimentos**, v.36, n.1, p.1-11, 2002.

MORRISSEY, P, A.; SHEEHY, P.J.A.; GALVIN, K.; KERRY, J.P.; BUCLEY, D.J. Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, v. 49, n.,1, p. 73-86, 1998.

MOURE, A.; CRUZ, J. M.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, J. M.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NUÑEZ, M. J.; PARAJÓ, J. C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72, p. 145-171, 2001.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

OLIVEIRA, T.L.C.; CARVALHO, S.M.; SOARES, R.A.; ANDRADE, M.A.; CARDOSO, M.G.; RAMOS, E.M.; PICOLLI, R.H. Antioxidant effects of Satureja Montana L. essential oil on TBARS and color of mortadela-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite. **LWT – Food Science and Technology**, v. 45, p. 204-212, 2012.

OLIVO, R. **O mundo do Frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma. Editora Varela, 2006. 680p.

ORSOLIN, D. **Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela avaliando a qualidade final do produto**. 2013. 67p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos), Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2013.

PADILHA, A.D.G. **Antioxidante natural de erva mate na conservação da carne de frango in vivo**. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

PEREIRA, A.L.F.; VIDAL, T.F.; TEIXEIRA, M.C.; OLIVEIRA, P.F.; POMPEU, R.C.F.F.; VIEIRA, M.M.M.; ZAPATA, J.F.F. Antioxidant effect of mango seed extract and butylated hydroxytoluene in Bologna-type mortadela during storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n.1, p. 130-140, 2011.

PEREZ-ALVAREZ, J.A.; SAYES-BARBARE, M.E.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; ARANDA-CATALA, V. Physico-chemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. **Food Research International**, v. 32, p. 599-607, 1999.

PIACENTE, S., CARBONE, V., PLAZA, A., ZAMPELLI, A., PIZZA, C. Investigation of the tuber constituents of maca (*Lepidium meyenii* Walp.). *J. Agric. Food Chemistry*. 50, 5621–5625. 2002.

PIEIDADE, K. R. **Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados**. 2007. 161 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. 599p.

ROCHA, J., 2015. **Antioxidantes e suas funcionalidades**. Disponível em: <[http://www.isumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/89.pdf](http://www.isumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/89.pdf)>. Acesso em: 27 de abril de 2017.

SANDOVAL, M. OKUHAMA, N.N.; ANGELES, F.M.; MELCHOR, V.V.; CONDEZO, L.A.; LAO, J.; MILLER, M.J.S. Antioxidant activity of the cruciferous vegetable Maca (*Lepidium meyenii*). **Food Chemistry**, v. 79, n. 2, p. 207-213, 2002.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: VARELLA, 2006, 230p.

SOARES, Daiane Ribeiro. **Avaliação da atividade antioxidante da Maca Peruana (*Lepidium meyenii* Walp) em óleo de soja por métodos Quimiométricos**. 2015. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.15, n.1, p.3-16, 2002.

SOUZA, M.A.A. **Casca da batata inglesa (*solanum tuberosum*) na proteção antioxidante da carne de frango**. 2006. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

TELLEZ, M. R.; KHAN, A. I.; KOBASYS, M.; SCHRADER, K. K.; DAYAN, E. F.; OSBRINK, W. Composition of the essential oil of *Lepidium meyenii* (Walp). **Phytochemistry** 61, p. 149–155. 2002.

TERRA, Nelcindo N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998.

TOMEI, R. R.; SALVADOR, M. J. Metodologias analíticas atuais para avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais. **XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós Graduação-Universidade do Vale do Paraíba, Campinas, Anais**. Universidade do Vale do Paraíba, v. 1. p. 1963-1967. 2007.

TRINDADE, R.A. **Influência de antioxidantes naturais sobre o perfil lipídico de hambúrgueres bovinos submetidos à irradiação por  $^{60}\text{CO}$  e aceleradores de elétrons.** 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, SP.

TUCKER, K. L.; BURANAPIN, S. Nutrition and aging in developing countries. **Journal of Nutrition.** v. 131. p. 2417S–2423S. 2000.

UCHIYAMA, F.; JIKYO, T.; TAKEDA, R.; OGATA, M. *Lepidium meyenii* (Maca) enhances the sérum levels of luteinizing hormone in femall rats. **Journal of Ethnopharmacology.** 2013.

VELAZCO, J. Aplicación de antioxidants naturales em productos cárnicos. **Carnetec,** Chicago, v. 12, n. 1, p. 35-37, 2005.

VYNCKE, W. Direct determination of thiobarbituric acid value in thricloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Feete, Seifen Anstrichmittel,** New York, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.

ZHENG, B. L.; HE, K.; KIM, C. H.; ROGERS, L.; SHAO, Y.; HUANG, Z. Y.; LU, Y.; YAN, S. J.; QIEN, L. C.; ZHENG, Q. Y. Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior of mice and rats. **Urology,** v. 55. p. 598 – 602, 2000.