

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS  
LABORATÓRIO DE ZOOTECNIA**

**ALEXANDRE CRISTIANO SANTOS JÚNIOR**

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE BATATA YACON (*Smallanthus  
sonchifolia*) NA PRODUÇÃO DE MORTADELAS DE CARNE OVINA**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

**2018**

**ALEXANDRE CRISTIANO SANTOS JÚNIOR**

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE BATATA YACON (*Smallanthus sonchifolia*) NA PRODUÇÃO DE MORTADELAS DE CARNE OVINA**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal, na área de concentração de Nutrição e Produção Animal.

**ORIENTADOR: FÁBIO DA COSTA HENRY**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
2018**

ALEXANDRE CRISTIANO SANTOS JÚNIOR

**POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE BATATA YACON (*Smallanthus sonchifolia*) NA PRODUÇÃO DE MORTADELAS DE CARNE OVINA**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal, na área de concentração de Nutrição e Produção Animal.

Aprovada em: 21 de fevereiro de 2018.

---

Prof. Dr. Fábio da Costa Henry (orientador/UENF)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aparecida de Fátima Madella de Oliveira (IFES)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Célia Raquel Quirino (UENF)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Meire Lélis Leal Martins (UENF)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniela Barros de Oliveira (UENF)

A minha Família e Amigos,  
OFEREÇO

À Glória de Deus,  
DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e por ter me agraciado com o presente da vida e ter me concedido a capacidade necessária para chegar ao final deste curso;

À minha amada esposa Monique pelo amor, incentivo, motivação, companheirismo e incansável ajuda diária para a conclusão deste curso;

À minha amada filha Maria Fernanda que é um presente de Deus;

A meus pais Alexandre e Maria da Conceição e minha irmã Cíntia, que sempre me deram total e irrestrito apoio;

Ao meu orientador, Fábio da Costa Henry, pelo apoio, dedicação, paciência e, principalmente, pelos grandes ensinamentos;

A Universidade Estadual Norte Fluminense – Darcy Ribeiro (UENF) e ao programa Ciência Animal pela oportunidade de realizar o curso de doutorado;

A todos os Professores e Técnicos dos programas Ciência Animal e Tecnologia de Alimentos, em especial, Prof.<sup>a</sup> Célia, Daniela, Meire e Luana;

A Maria Valdete diretora do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus de Alegre e ao Prof. Carlos Humberto por disponibilizar a estrutura física dos laboratórios, equipamentos, materiais, reagentes e concessão de afastamento provisório para realização dos experimentos. Além disso, agradeço ao apoio dos colegas professores e técnicos de laboratório pelo auxílio na realização do trabalho, em especial Michele, Adriano, Jaqueline, Sueli, Paulo Mansur, Tércio, Maria Cecília e Aparecida Madella;

Aos professores Suzana, Maradini, Joel, Fábio e à acadêmica Beatriz da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre por disponibilizar a estrutura física dos laboratórios e equipamentos e ajuda para realização dos experimentos;

Ao amigo Jonhny pela ajuda na trajetória de execução do curso;

Um agradecimento especial aos grandes amigos e irmãos em Cristo pelas orações e amizade sempre sincera;

Agradeço a FAPERJ/UENF, pela bolsa de estudos e recursos que possibilitaram a realização deste trabalho;

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho, só tenho a agradecer. Muito Obrigado!

## RESUMO

SANTOS JÚNIOR, Alexandre Cristiano; DSc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2018. **Potencial de utilização da farinha de batata yacon (*Smallanthus sonchifolia*) na produção de mortadelas de carne ovina.** Orientador: Prof. Fábio da Costa Henry.

Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de utilização da farinha de batata yacon em substituição à gordura na elaboração de mortadelas de carne de ovinos. Foram preparadas quatro formulações de mortadelas (Controle, F1, F2 e F3), contendo carne ovina, gordura suína, farinha de batata yacon e aditivos, sendo submetidas às análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Todas as quatro formulações atenderam as exigências mínimas, em relação aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, estabelecidos na legislação brasileira para o processamento de mortadelas. As formulações Controle e F1 foram as que tiveram melhor aceitação, mas todas as formulações apresentaram bons resultados para a intenção de compra. Verificou-se que a utilização da carne ovina e da farinha de batata yacon é uma alternativa promissora na elaboração de produtos cárneos mais saudáveis.

**Palavras - chave:** carne ovina, mortadelas, produtos cárneos, *Smallanthus sonchifolia*.

## ABSTRACT

SANTOS JÚNIOR, Alexandre Cristiano; DSc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2018. **Potential use of yacón meal (*Smallanthus sonchifolia*) in the production of mutton mortadella.** Advisor: Prof. Fábio da Costa Henry.

The objective of this study was to formulate mutton meat mortadella supplemented with different concentrations of yacón meal. Four mortadella formulations (Control, F1, F2 and F3) containing mutton meat, pork fat, yacón root meal and additives were prepared and submitted to physical-chemical, microbiological and sensorial analyzes. All four formulations met the minimum requirements, in relation to the physical-chemical and microbiological parameters, established in the Brazilian legislation for the processing of mortadella. The Control and F1 formulations were the ones that had better acceptance, but all the formulations presented good results for the intention to buy. It has been found that the use of mutton meat and yacón root meal is a promising alternative in the production of healthier meat products.

**Keywords:** mutton meat, mortadella, meat products, *Smallanthus sonchifolia*.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
AOAC - Association of official Analytical Chemists  
Aw- Atividade de Água  
CCTA - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias  
DIPOA – Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
ES – Espírito Santo  
FAO – Food and Agriculture Organization  
FOS – Frutooligosacarídeos  
F1 – Formulação 1  
F2 – Formulação 2  
F3 – Formulação 3  
g – Grama  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDAF – Instituto de Defesa Agroflorestal  
IFES – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo  
Kcal- Calorias  
Kg –Quilograma  
LZO – Laboratório de Zootecnia  
mg – Miligrama  
mL – Mililitro  
mm – Milímetro  
nº - Número  
NaCl – Cloreto de Sódio  
pH – Potencial hidrogênio iônico  
PIQ – Padrão de Identidade e Qualidade  
RJ – Rio de Janeiro  
SAS - Statistical Analysis System  
SIE - Serviço de Inspeção Estadual  
SIF – Serviço de Inspeção Federal  
SNK - Student–Newman–Keuls  
TBARs - substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico  
UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro  
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo  
°C – Graus Celsius  
% - Porcentagem



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	11
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	14
3.1 DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.....	14
3.2 FARINHA DE BATATA YACON .....	15
3.3 OVINOS.....	18
3.4 QUALIDADE DE CARNE OVINA.....	19
3.5 EMBUTIDOS DE CARNE OVINA.....	21
3.6 MORTADELA.....	23
3.7 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE MORTADELA.....	24
3.8 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE MORTADELA.....	25
3.9 ANÁLISE SENSORIAL DE MORTADELA.....	28
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	29
4.1 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	29
4.2 MATÉRIA-PRIMA E ADTIVOS.....	29
4.3 PREPARO DAS FORMULAÇÕES DE MORTADELA.....	30
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	33
4.4.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	33
4.4.2 ATIVIDADE DE ÁGUA.....	33
4.4.3 DETERMINAÇÃO DE pH.....	33
4.4.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	34
4.5 ANÁLISES INSTRUMENTAIS.....	35
4.5.1 COR.....	35
4.5.2 TEXTURA.....	35
4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	36
4.6.1 PREPARO DAS DILUIÇÕES SERIADAS E MEIOS DE CULTURA..	36
4.6.2 DETERMINAÇÃO DO NMP/g DE COLIFORMES a 45°C.....	37
4.6.3 CONTAGEM DE ESTAFILOCOCOS COAGULASE POSITIVA.....	37
4.6.4 PESQUISA DE <i>SALMONELLA</i> spp.....	38
4.6.5 CONTAGEM DE CLOSTRÍDIOS SULFITO-REDUTORES.....	38

4.7 ANÁLISE SENSORIAL.....	39
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>41</b>
<b>6. CAPÍTULOS.....</b>	<b>54</b>
6.1. CAPÍTULO 1- PREPARATION OF MUTTON MORTADELLA SUPPLEMENTED WITH YACÓN MEAL ( <i>SMALLANTHUS SONCHIFOLIA</i> ).....	54
6.2. CAPÍTULO 2- PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION, LIPID OXI- DATION, AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF MUTTON MORTADELLA SUPPLEMENTED WITH YACÓN MEAL.....	70
6.3. CAPÍTULO 3- PREPARATION AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF MUTTON MORTADELLA SUPPLEMENTED WITH YACÓN MEAL.....	91
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>101</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>102</b>
8.1 ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO.....	102
8.2 ANEXO B – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS.....	103

## 1. INTRODUÇÃO

O efeito protetor de várias substâncias presentes nos alimentos sobre a saúde humana vem sendo muito discutido. Visando tornar disponíveis estas substâncias e atender as expectativas e exigências dos consumidores preocupados com a saúde, pesquisas na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos têm sido realizadas. O objetivo destas pesquisas é promover o desenvolvimento de novos produtos alimentares ou a reformulação de produtos convencionais já existentes no mercado, a fim de torná-los mais saudáveis. (BISWAS et al., 2011; DOMÉNECH-ASENSI et al., 2013; MÉNDEZ-ZAMORA et al., 2015). Em geral, o consumidor deseja alimentos que sejam saudáveis do ponto de vista nutricional, seguros do ponto de vista higiênico-sanitário, de alta qualidade sensorial e de preferência de fácil e rápido preparo (GOUVEIA, 2006; VIDAL et al., 2012).

A adição de diversos nutrientes como vitaminas, minerais e compostos bioativos (fibras, pigmentos naturais, substâncias antioxidantes entre outros), com comprovadas funções fisiológicas tem sido pesquisada (DAS et al., 2009; JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2010; CARDOSO et al., 2013; MAIA JÚNIOR et al., 2013). Os produtos cárneos também estão inseridos neste contexto, onde as formulações visam promover principalmente a redução dos teores de gordura, sódio e a inserção destes componentes bioativos. Entretanto, é importante salientar que estes produtos devem manter padrões sensoriais elevados para garantir a aceitação dos mesmos. Vários estudos têm sido conduzidos propondo formulações de produtos cárneos inovadores sendo, em alguns casos, estes considerados como funcionais, ou seja, alimentos que além de possuírem a função de nutrir, contribuem com efeitos benéficos para a saúde (YETIM et al., 1992; VIUDA-MARTOS et al., 2010; DUTRA et al., 2013; BEHLING et al., 2014; MÉNDEZ-ZAMORA et al., 2015; LEITE et al., 2015).

Os embutidos, uma das formas mais antigas de alimentos preparados, são produtos elaborados a partir de carnes e/ou vísceras de animais de açougue, condimentados e com formato geralmente simétrico. Entre os embutidos mais consumidos pela população brasileira, encontram-se as mortadelas, que são processadas utilizando principalmente a carne suína e mais recentemente, produzidas com outros tipos de carnes de animais. Neste contexto, a viabilidade do uso da carne de ovinos para fabricação de diversos tipos de embutidos é atrativo para o consumidor, devido à sua qualidade nutricional e sensorial. Este tipo de carne apresenta consideráveis teores de proteína, ferro e menores teores de lipídios em relação às carnes de outras espécies de animais de açougue, tornando-se uma alternativa promissora na produção de embutidos mais saudáveis (LIMA JÚNIOR, et al., 2013; MOHAMMED et al.,

2015). Já foram relatados diversos estudos com o processamento de embutidos a partir da carne ovina (FRANCESCHINI, et al., 2006; JARDIM, et al., 2007; MATOS et al., 2007; PELEGRINI et al., 2008; FRANÇOIS et al., 2009; OSÓRIO et al., 2009; SANTOS JÚNIOR et al., 2009; GUERRA, et al. 2011; BURIN, et al., 2015).

O uso de farinhas provenientes de vegetais pode ser uma alternativa para introdução de substâncias funcionais em embutidos (CARDOSO et al., 2013; MAIA JÚNIOR et al., 2013). Pesquisas relataram a capacidade destas substâncias em promover melhorias nas características sensoriais do produto (SANTOS JÚNIOR et al., 2009). Neste contexto, o uso da farinha da batata yacon (*Smallanthus sonchifolia*) pode ser uma alternativa no processamento de embutidos (MOSCATTO et al., 2004).

Esta raiz tuberosa tem sido considerada como alimento funcional, pois é fonte de componentes bioativos como frutooligossacarídeos (FOS), inulina, que possuem ação prebiótica, além de possuírem compostos fenólicos que agem como antioxidantes. (OJANSIVU et al., 2011; DELGADO et al., 2013). Diferentemente da maioria das raízes, que armazenam carboidratos na forma de amido, a batata yacon armazena carboidratos na forma de frutanos. O organismo humano não possui enzimas que hidrolisam os frutooligossacarídeos, assim, eles passam através do trato digestivo sem ser metabolizados, o que significa que a batata yacon fornece pouca energia e torna-se um alimento promissor para dietas de pessoas obesas e com doenças crônicas transmissíveis associadas (BORGES et al., 2012). Esta batata vem sendo utilizada também devido à presença de compostos fenólicos, que agem protegendo as membranas celulares contra os danos causados pelos radicais livres (atividade antioxidante) (BORGES et al., 2012). Além disso, tem sido pesquisada nos últimos anos a capacidade da batata yacon atuar com efeitos anticarcinogênico, anti-inflamatório, anticolesterolêmico e de regulação glicêmica no organismo (HABIB et al., 2011).

Com isso, o desenvolvimento de novos produtos cárneos contendo ingredientes alternativos e substâncias funcionais tem sido necessário, revelando-se um campo fértil para a pesquisa e também de oportunidades comerciais.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar o potencial de utilização da farinha de batata yacon em substituição a gordura, na elaboração de formulações de mortadelas de carne de ovinos.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as propriedades físico-químicas de formulações de mortadelas de carne ovina, em função do tempo de armazenamento;
- Determinar a validade comercial de mortadelas elaboradas, por meio de análise microbiológica em função do tempo de armazenamento;
- Avaliar a oxidação lipídica das mortadelas, por meio de determinação do número de TBARS em função do tempo de armazenamento;
- Avaliar os atributos sensoriais, aceitação e a intenção de compra das mortadelas, por meio da análise sensorial;
- Avaliar as formulações de mortadelas preparadas com carne de ovinos suplementadas com diferentes concentrações de farinha de batata yacon e com conteúdos reduzidos de cloreto de sódio e lipídios.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

O consumo de uma dieta saudável contendo alimentos com atividade funcional é essencial para promoção da saúde, auxiliando na prevenção e no tratamento de diversas doenças. Vários países têm concentrado esforços na área da saúde pública, com esforços na prevenção das doenças crônicas não transmissíveis como obesidade e suas comorbidades. A dieta constitui um dos principais fatores essenciais a prevenção e tratamento destas doenças, sendo recomendada a adoção de um estilo de vida saudável baseado na prática de exercícios físicos e da ingestão de alimentos mais saudáveis (BRASIL, 2006).

Muitos estudos têm sido desenvolvidos, visando obter novos produtos e atender aos diversos perfis de consumidores e suas especificidades, além de observar as tendências de consumo da massa consumidora (DOMÉNECH- ASENSI et al., 2013; BURIN, et al., 2015; MÉNDEZ-ZAMORA et al., 2015). O consumidor tem se tornado cada vez mais seletivo e exigente na escolha dos produtos à sua disposição, sendo a preocupação com a saúde e a melhoria da qualidade de vida fatores determinantes neste processo de compra (GOUVEIA, 2006).

Em diferentes culturas, a carne e seus produtos derivados são apresentados de diversas formas e produzidos com diferentes processos tecnológicos. O consumo exagerado de produtos à base de carnes tem sido associado principalmente a um aumento do risco das doenças crônicas não transmissíveis (ASHAYE, GAZIANO, DJOUSSÉ, 2011). Além disso, alguns aditivos sintéticos podem causar reações adversas no organismo como alergias ou até mesmo processos carcinogênicos (LARSEN, 2008).

Vários estudos propõem a inclusão de extratos vegetais e fibras aos produtos à base de carne, além da redução dos níveis de gorduras e sal, buscando atender às diretrizes nutricionais e sanitárias, deixando-os mais saudáveis e mantendo elevadas as características sensoriais (GUERRA et al., 2011; DOMÉNECH- ASENSI et al., 2013; BEHLING et al., 2014; MÉNDEZ-ZAMORA et al., 2015; LEITE et al., 2015).

O mercado de desenvolvimento de novos produtos alimentícios mais saudáveis tem crescido anualmente e se revela um campo fértil de pesquisa e também de oportunidades comerciais. Porém, segundo Gouveia (2006) as inovações em alimentos funcionais no Brasil são ainda incipientes quando comparadas com outros países como Japão, Estados Unidos e

Europa. No Brasil, ainda há um longo caminho a percorrer e necessidade de desenvolvimento de pesquisas na elaboração destes produtos alimentícios mais saudáveis.

### 3.2. FARINHA DE BATATA YACON

A batata Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz tuberosa, sendo a espécie pertencente à família Asteraceae. Este tubérculo é originário dos vales andinos da Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e noroeste da Argentina, cultivado em altitudes de 2.000 a 3.100 metros, sendo utilizado na alimentação desde a antiga civilização Inca e consumido preferencialmente *in natura*, possuindo o sabor adocicado e refrescante (VILHENA, CÂMARA, KAKIHARA, 2000; MARTINS, DELMASCHIO, CORDEIRO, 2011).

Esta raiz tuberosa foi introduzida no Brasil a partir dos anos 90 por descendentes japoneses. Em meados dos anos 2000, teve início o consumo expressivo dessa raiz, tornando-se conhecida popularmente como batata yacon ou batata diet (OLIVEIRA, NISHIMOTO, 2005; SANTANA, CARDOSO, 2008). Segundo Valderrama (2003), a yacon é uma planta perene e herbácea que mede entre 1 e 2,5 metros de altura e apresenta um sistema de raiz composto de 4 a 20 tubérculos. O peso das raízes de reserva pode variar de 50 a 1000 gramas, porém, mais comumente varia entre 300 e 600 gramas. Uma planta produz em média entre 2 e 4kg de raízes de reserva. A colheita das raízes tuberosas para consumo é realizada por volta de 10 e 12 meses após o plantio, quando a parte aérea está totalmente seca (OLIVEIRA, NISHIMOTO, 2004). De aparência similar à batata doce, as raízes de yacon são fusiformes, apresentando grande variação no tamanho, formato e peso (SANTANA e CARDOSO, 2008). A cor da casca varia do marrom até uma tonalidade arroxeadada, enquanto a polpa comestível pode ser branca, amarela, laranja ou roxa, dependendo da variedade (VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003).

A batata yacon tem chamado a atenção das indústrias de alimentos e farmacêuticas, devido ao fato desta raiz ser considerada um alimento funcional (HABIB et al., 2011; OJANSIVU et al., 2011). Segundo Delgado et al. (2013), a batata yacon apresenta um elevado teor de fibras, oligossacarídeos não digestíveis tais como fruto-oligossacarídeos (FOS), inulina, compostos fenólicos e flavonoides.

Diferente da maioria das raízes que armazenam carboidratos na forma de amido, a yacon e várias plantas da família Asteraceae armazenam os carboidratos na forma de frutano (GENTA et al., 2009). Os frutanos são carboidratos de reserva na forma de polímeros de D-frutose, unidos por ligações tipo  $\beta$  (2 $\rightarrow$ 1), e apresentam uma glicose na extremidade da

cadeia (ROBERFROID, 2007). Dependendo do comprimento da cadeia, definido pelo número de unidades de monossacarídeos, denominado grau de polimerização (DP), tem-se a inulina e os fruto-oligossacarídeos (SAAD, 2006). O grau de polimerização da inulina varia entre 2 e 60 e dos fruto-oligossacarídeos entre 2 e 9 (BIEDRZYCKA, BIELECKA, 2004).

A batata yacon é descrita como o alimento com maior conteúdo de fruto-oligossacarídeos (FOS) na natureza. Esta raiz tem sido cada vez mais consumida *in natura*, devido às suas qualidades medicinais e apresenta 70 a 80% do peso seco em fruto-oligossacarídeos (FOS).

A Tabela 1 apresenta a composição físico-química (100 g<sup>-1</sup>) e os principais açúcares presentes da batata yacon *in natura*.

**Tabela 1** - Composição físico-química e os principais açúcares presentes da batata yacon *in natura*.

	<b>Batata yacon</b>
Energia (kcal)	33,00
Proteína (g/100g)	0,35
Lipídios (g/100g)	0,29
Carboidratos (g/100g)	8,41
Fruto-oligossacarídeos (g/100g)	46,10
Sacarose (g/100g)	9,70
Glicose (g/100g)	14,60
Frutose (g/100g)	29,60

Fonte: adaptado, PEREIRA (2009), NEPA (2011).

A atividade prebiótica dos fruto-oligossacarídeos (FOS) e da inulina, é devida aos frutanos que são capazes de resistir à hidrólise pelas enzimas digestivas do corpo humano e, dessa forma, passam por meio do trato digestivo sem serem metabolizados, fornecendo baixo conteúdo energético (1,5kcal/g<sup>-1</sup>) e exercendo funções semelhantes à fibra alimentar (GENTA et al., 2009), proporcionando efeitos favoráveis à saúde como melhora do hábito intestinal, aumento na absorção de minerais, fortalecimento do sistema imunológico, diminuição do desenvolvimento de câncer de colón, além de influenciar sobre os parâmetros de níveis glicêmicos e lipídios séricos (PASSOS, PARK, 2003; VANINI et al., 2009; BORGES et al.,



2012; GUSSO, MATTANNA, RICHARDS, 2014), sendo seu consumo recomendado para os diabéticos e pessoas que sofrem de problemas digestivos.

Vários estudos têm comprovado os benefícios da ingestão de dosagens recomendadas de FOS e inulina. A inulina é proveniente da frutose, não digerível, sem sabor e com baixo aporte calórico. É empregada na preparação de alimentos auxiliando na textura, na consistência, na viscosidade e na umidade. Tais características proporcionam sensação gustativa similar à da gordura e aumento no aporte de fibras de produtos alimentícios. Quando alcança o intestino delgado, a inulina se transforma em um gel, dificultando a absorção da glicose e reduzindo sua concentração sanguínea. Ao chegar ao intestino grosso, é fermentada pela microbiota local, principalmente as bifidobactérias, que tendo seu crescimento estimulado vão contribuir para a promoção da saúde (PASSOS, PARK, 2003; VANINI et al., 2009; BORGES et al., 2012; GUSSO, MATTANNA, RICHARDS, 2014).

A batata yacon contém quantidades abundantes de compostos fenólicos (3,8% na matéria seca), o que é esperado, já que a batata yacon pertence à família botânica Asteraceae, uma família de plantas que contém um considerável número de compostos fenólicos com atividade antioxidante (OJANSIVU et al., 2011; DELGADO et al., 2013). Estes compostos estão presentes nas folhas assim como nas raízes tuberosas de yacon. Alguns dos compostos identificados são o ácido cafeico e seus derivados, ácido clorogênico e L-triptofano. Em comparação a outras raízes e tubérculos, as raízes da yacon possuem elevada quantidade de compostos fenólicos, cerca de  $200\text{mg}/100\text{g}^{-1}$  de matéria fresca comestível (SIMONOVSKA et al., 2003; VALENTOVÁ, ULRICHOVÁ, 2003; TAKENAKA, 2003). Os compostos fenólicos protegem as membranas celulares contra os danos causados pelos radicais livres (atividade antioxidante), agem no organismo produzindo efeito anticarcinogênico, anti-inflamatório, anticolesterolêmico e de regulação glicêmica. A concentração de compostos fenólicos varia, consideravelmente, nas diferentes partes da planta. Os altos níveis presentes nas folhas têm atraído a atenção para sua utilização com finalidades terapêuticas. De acordo com Neves et al. (2009), o interesse no estudo destes componentes tem aumentado expressivamente devido ao seu potencial antioxidante contra radicais livres, altamente nocivos à saúde humana.

O consumo de fibras deve ser estimulado em pacientes obesos, pois as mesmas têm importante função na redução da ingestão energética, aumento do tempo de esvaziamento gástrico, diminuição na secreção de insulina, aumento na sensação de saciedade, redução na digestibilidade e aumento na excreção fecal. Além disso, dietas ricas em fibras também contribuem para minimizar os problemas de doenças cardiovasculares, devido à redução do colesterol plasmático e da lipoproteína de baixa densidade (LDL) circulantes na corrente

sanguínea, envolvidos na formação da placa aterosclerótica, que é um dos principais fatores que levam a obstrução dos vasos sanguíneos (MATTOS, MARTINS, 2000; MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2005).

Atualmente, existe um crescente interesse na relação entre alimentos e saúde, destacando-se o consumo de antioxidantes naturalmente presentes nestes, como compostos fenólicos, vitaminas (C, E) e carotenoides, já que diversos benefícios à saúde têm sido atribuídos a estas substâncias (COSTA e ROSA, 2009). O uso da farinha da raiz do yacon (*Smallanthus sonchifolia*) pode ser uma boa possibilidade no desenvolvimento de novos alimentos, agregando componentes funcionais sem comprometimento dos aspectos sensoriais (MOSCATTO et al., 2004).

### 3.3. OVINOS

Ovinos, são mamíferos ruminantes pertencentes à família bovídae e subfamília Caprinae, sendo uma das primeiras espécies de animais domesticadas pelo homem. Estes estão distribuídos por todos os continentes, pois se adaptam a diferentes climas, relevos e vegetações (VIANA, 2008). O rebanho mundial de ovinos é de aproximadamente 1,2 bilhão de animais, se mantendo estável, onde os maiores rebanhos estão presentes na China, Austrália, Índia, Irã, Nigéria, Sudão, Reino Unido, Turquia, Nova Zelândia e Etiópia (FAO, 2015).

A ovinocultura tem se destacado no agronegócio brasileiro, com a tendência de se manter em expansão. Segundo a FAO (2016), o Brasil apresenta um rebanho de aproximadamente 18 milhões de cabeças, sendo 18º maior rebanho do mundo. Segundo dados do IBGE (2016), os estados em que a ovinocultura apresenta maior representatividade da atividade são Rio Grande do Sul, Bahia, Pernambuco, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Nos estados da Região Sul do Brasil, a ovinocultura é baseada em raças lanadas e mistas, adaptadas ao clima subtropical, das quais se obtêm lã e carne, representada pelas raças Dorper e White Dorper. Já no Nordeste, os ovinos pertencem às raças deslanadas, adaptadas ao clima tropical, que apresentam alta rusticidade e produção de carne e peles, tendo como principal representante a raça Santa Inês (SOUZA, LEITE, 2000; MADRUGA et al., 2006).

Segundo a FAO (2016), em 2016 a produção mundial de carne ovina alcançou aproximadamente 14,1 milhões de toneladas. Os países em desenvolvimento contribuíram com 80% da produção total, sendo os maiores produtores: China, Índia, Nigéria e Paquistão. No Brasil o consumo interno da carne ovina ainda é modesto, aproximadamente 0,7 Kg per

*capita* ao ano, sendo muito abaixo do consumo de outras espécies de animais de açougue: 39 kg de carne bovina, 44,5 kg de frango e 13 kg de carne suína (ALVES et al., 2014).

O consumo de carne ovina no Brasil é pequeno em relação a outros países, como por exemplo, a Nova Zelândia, que é considerado o maior mercado consumidor *per capita* de carne ovina do mundo, aproximadamente 31,5 kg (ALVES et al., 2014; SENEGALHE et al., 2014). O mercado da carne ovina no Brasil, mesmo com um consumo interno baixo em comparação aos demais tipos de carne, apresenta falta deste produto para atender as necessidades do país, havendo então a necessidade de compra do produto no mercado externo, sendo o Uruguai o principal fornecedor de carne ovina para o Brasil (SORIO, 2012).

O consumo de carne ovina no país é considerado um artigo de luxo, sendo consumida principalmente em restaurantes de alto padrão em grandes centros urbanos ou em datas comemorativas, dificultando o acesso a população de baixa renda (RIBEIRO, MEDEIROS, 2006; MARTINS et al., 2008). Recentemente a elaboração de produtos de alto valor agregado e de excelente qualidade, derivados da carne e leite de ovinos, como embutidos e queijos finos, tem sido uma tendência, mas há necessidade do desenvolvimento e aprimoramento de políticas agropecuárias, voltadas ao pequeno produtor familiar, para desenvolvimento e fortalecimento da cadeia produtiva de ovinos no país (MAGALHÃES et al., 2014). Além disso, investimentos em técnicas de melhoramento genético, manejo e nutrição, podem propiciar aumento do rebanho, produtividade e qualidade do produto final no Brasil.

### 3.4. QUALIDADE DA CARNE OVINA

A carne ovina é amplamente consumida na dieta das populações de vários países, se destacando entre as demais carnes vermelhas, devido ao seu alto valor nutricional e por não existir nenhum tabu religioso ou cultural para o seu consumo, como ocorre com a carne bovina não consumida pelos hindus e a carne suína pelos judeus e mulçumanos. Esta carne é fonte de proteína de alto valor biológico, teores reduzidos de lipídios com melhor perfil de ácidos graxos, elevados teores de ferro, coloração e textura agradáveis (NERES et al., 2001; OTTO, SÁ, 2004). Sua composição química pode variar principalmente devido a diversos fatores como nutrição, genética, sistema de criação, sexo, idade de abate e o peso vivo ao abate (SANTOS-SILVA et al., 2002; SANTOS et al., 2009). A Tabela 2 apresenta a composição nutricional da carne ovina em relação às carnes de diferentes animais de açougue.

**Tabela 2** - Valor nutricional das carnes de diferentes animais de açougue.

	Ovino	Bovino	Suíno
Energia (kcal)	204	242	289
Proteína (g/100g)	28,35	24,22	25,34
Lipídios (g/100g)	9,17	15,42	20,06
Fe (mg/100g)	2,05	3,20	1,25
Mg (mg/100g)	26	27	22
Na (mg/100g)	71,00	67,00	59,00
K (mg/100g)	333,00	337,00	338,00
Zn (mg/100g)	5,36	7,06	3,47
Colesterol (mg/100g)	92,00	75,00	92,00

Fonte: adaptado, IBGE (2011).

A quantidade de gordura influencia diretamente na maciez da carne, pois o aumento da mesma promove uma aparente sensação de suculência que estimula o fluxo salivar durante a mastigação, além disso, a gordura aumenta o marmoreio da carne e diminui a proporção de tecido conjuntivo, um dos responsáveis pela dureza (OSÓRIO et al., 2009). Em relação ao perfil lipídico da carne ovina há grande variação, porém os ácidos graxos que predominam são o palmítico, oleico e esteárico (MONTEIRO, 2000). Esses ácidos graxos apresentam importante papel sobre as características de textura, suculência e sabor dos produtos cárneos (RHEE et al., 2003).

Um problema muito comum para maioria dos consumidores de carne ovina ainda é a falta de diferenciação entre a carne de cordeiro e a carne de carneiro. Na maioria das vezes os consumidores não exigem a especificação no momento da compra da carne, sendo a maior diferença relatada quanto a textura mais rígida e odor forte pronunciado. O cordeiro é ovino jovem com até 6 meses de idade, macho, castrado ou não, com dentes de leite, sem queda das pinças. O carneiro é ovino macho adulto não castrado, considerado como tal a partir da queda das pinças da primeira dentição (GALLO, 2006; NUTE et al., 2007; COSTA et al., 2009; PANEA et al. 2013).

Segundo Osório et al. (2009), a carne de cordeiro, animal jovem, é uma excelente fonte de proteínas, contendo aminoácidos essenciais, baixa concentração de lipídios e de gordura saturada. É caracterizada por ser mais macia e rosada, textura lisa, consistência firme e quantidade de gordura adequada, sendo esta gordura rica em ácidos graxos monoinsaturados que ajudam a reduzir os níveis de colesterol ruim no sangue, LDL.

No Brasil, percebe-se a preferência para o consumo de carne ovina de animais jovens, denominados cordeiro, caracterizado por apresentar a carne mais macia, mais suculenta e por possuir sabor e odor menos intensos. A carne de animais adultos ou de descarte não tem a mesma aceitação para o consumo direto, por apresentar menor maciez e textura mais firmes, associados a maior intensidade de sabor e odor característico indesejáveis, sendo mais difíceis para comercialização (BESSERA et al., 2003; KROLOW, 2005; OSÓRIO et al., 2009).

São considerados animais de descarte fêmeas fora do peso padrão do rebanho e com mais de dois anos de idade, com história anterior de problemas no parto, ou reprodutores com mais de seis anos ou que estejam transmitindo defeitos genéticos aos seus descendentes e animais que produzam carne e leite abaixo da média do rebanho. Existe, portanto, a necessidade de aproveitar a carne destes animais de descarte, cujo valor comercial é baixo, podendo-se elaborar produtos processados, agregando valor aos mesmos e possibilitando elaboração de diferentes produtos ao consumidor (ABDULLAH, 2004; FRANCESCHINI et al., 2006; GUERRA et al., 2012).

A carne de ovinos de descarte possui aroma e sabor característico intenso, textura mais firme, carne mais avermelhada e elevado conteúdo proteico, a qual, aliado ao seu baixo valor de mercado, apresenta-se como uma excelente opção para a fabricação de embutidos (MADRUGA et al., 1999; JARDIM et al., 2007; MATOS et al., 2007; PELEGRINI et al., 2008). Nesse sentido, vem sendo realizado no Brasil e no exterior, estudos que contemplam a utilização da carne de ovinos em produtos embutidos como linguiça, salame, apresuntados, fiambres, mortadela e salsicha (ABDULLAH, 2004; FRANCESCHINI et al., 2006; FRANÇOIS et al., 2009 GUERRA et al., 2012). Este fato vem contribuindo para a expansão da produção e aceitação da carne ovina, proporcionando, com isso, um aumento na oferta de proteína de alta qualidade (RIBEIRO et al., 2001).

### 3.5. EMBUTIDOS DE CARNE OVINA

O homem, desde a antiguidade, vem buscando formas para manter a qualidade dos alimentos, em especial, da carne, por ser perecível e apresentar vida de prateleira variável. Com isso, desenvolveu processos tecnológicos de transformação, inicialmente rudimentares e atualmente controláveis por padrões tecnológicos para manter a qualidade dos produtos. Assim, a fabricação de embutidos propiciou o aumento da vida de prateleira, bem como diversificou a oferta de derivados (OLIVEIRA et al., 2005).

Na elaboração dos embutidos são utilizados, além da matéria-prima (carne), gordura e aditivos (condimentos e conservantes). Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA, entende-se por embutido todo produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis curados ou não, condimentados ou não, defumados e dessecados ou não, tendo como envoltório tripa, bexiga ou membrana animal, sendo permitido o emprego de películas artificiais no preparo, desde que aprovado pelo DIPOA (BRASIL, 1997).

No Brasil, os embutidos cárneos estão em expansão e ocupando uma parcela considerável nos hábitos alimentares, sendo os produtos cárneos emulsionados, como salsichas e mortadelas bastante populares e consumidos tanto em nível doméstico quanto no mercado de alimentação rápida (BEHLING et al., 2014). Tradicionalmente, as mortadelas são elaboradas principalmente com carnes suínas, porém, atualmente tem sido apresentado no mercado novas mortadelas feitas com carnes de outros animais de açougue. Estima-se que o consumo de produtos cárneos emulsionados apresenta grande representatividade na dieta, devido à fácil acessibilidade pela relevância econômica e por apresentarem baixos custos. (OLIVO, SHIMOKOMAKI, 2006).

O aproveitamento tecnológico da carne ovina tem sido pouco explorado no Brasil, visto que são poucos produtos cárneos e derivados comercializados em feiras, supermercados, casas de carne em comparação com produtos elaborados com outros tipos de carnes provenientes de outras espécies como bovino, suíno e aves. Novos produtos e tecnologias têm sido desenvolvidos para o aumento da produção e melhor aceitação de produtos cárneos derivados de ovinos (BEHLING et al., 2014).

A carne ovina vem sendo utilizada para fabricação de embutidos, devido à sua qualidade nutricional (JARDIM et al., 2007; MATOS et al., 2007; PELEGRINI et al., 2008; OSÓRIO et al., 2009). Este tipo de carne apresenta menores percentuais lipídicos em relação às carnes de outras espécies de animais, tornando-se uma alternativa promissora na elaboração de embutidos com menor conteúdo lipídico (BRASIL, 2000; SANTOS JÚNIOR et al., 2009). Percebe-se que os mercados de comércio da carne ovina, têm demonstrado preferência por animais jovens, com aproximadamente 150 dias de idade e de 12 a 14 kg de peso de carcaça (SIQUEIRA et al., 2002).

As mortadelas e salsichas são produtos amplamente aceitos e populares no Brasil, e se tornam uma boa alternativa para aproveitamento da carne de animais de descarte e vários trabalhos relatam a viabilidade do uso da carne destes animais (PELEGRINI et al., 2008; FRANÇOIS et al., 2009; GUERRA et al., 2012; BURIN et al., 2015).

A utilização da carne de ovinos na elaboração de embutidos é uma alternativa promissora para o produtor brasileiro, uma vez que agrega valor à carne, estimula o desenvolvimento da agroindústria, além de ampliar as opções de produtos processados de carne ovina para os consumidores.

### 3.6. MORTADELA

Entende-se por mortadela “o produto cárneo industrializado, obtido da emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas e submetido ao tratamento térmico adequado”. (BRASIL, 2000). Este embutido emulsionado cozido é de origem italiana, geralmente de carne suína finamente moída com incorporação de pequenos cubos de gordura suína, podendo haver a inclusão de ingredientes de origem vegetal, tais como condimentos.

A mortadela é um dos embutidos mais consumidos no Brasil, antigamente existia conceito de ser um produto barato e consumido por pessoas de baixa renda. Contudo, com o passar dos anos, ganhou adeptos em todas as camadas sociais da população brasileira, tornando-se um produto requintado, sendo reconhecida pela coloração rósea característica, sabor delicado, massa fina, aroma suave e como ingrediente indispensável de lanches. O preço acessível e as características próprias do produto são os principais fatores que elevaram a procura da mortadela em todo país.

As mortadelas apresentam vida de prateleira de aproximadamente 60 dias armazenadas em temperaturas de 4 ° C. Podem ser classificadas de acordo, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000), com a composição da matéria-prima e das técnicas de fabricação em:

a) Mortadela - Carnes de diferentes espécies de animais de açougue, carnes mecanicamente separadas, até o limite máximo de 60% do total de carnes utilizadas, miúdos comestíveis de diversos tipos de animais de açougue (estômago, coração, língua, rins, fígado, miolos), pele e tendões no máximo de 10% e gorduras;

b) Mortadela Tipo Bologna - Carnes bovina e/ou suína e/ou ovina e carnes mecanicamente separadas até o limite máximo de 20%, miúdos comestíveis de bovino e/ou suíno e/ou ovino (Estômago, Coração, Língua, Fígado, Rins, Miolos), pele e tendões no limite de 10% (máx) e gorduras;

c) Mortadela Italiana – Porções musculares de carnes de diferentes espécies de animais de açougue e toucinho, não sendo permitida a adição de amido;

d) Mortadela Bologna – Porções musculares de carnes bovinas e/ou suína e toucinho, embutida na forma arredondada, não sendo permitida a adição de amido;

e) Mortadela de Carne de Ave - Carne de ave, mecanicamente separada, no máximo de 40%, até 5% de miúdos comestíveis de aves (coração, fígado, moela), e gordura.

É importante salientar que independente do tipo de mortadela, a carne das diferentes espécies animais de açougue e sal são considerados ingredientes obrigatórios. Esta legislação permite ainda a adição de proteínas não cárnicas de 4,0% (máx), como proteína agregada. Além disso, a legislação recomenda que nas mortadelas dos tipos "Italianas" e "Bologna" o toucinho picado em cubos presente no produto deverá ser aparente ao corte.

A mortadela é um produto cárneo emulsionado, onde a proteína cárnea, especialmente a miofibrilar, que possui uma porção hidrofóbica (apolar) e outra hidrofílica (polar) atua na interface entre a gordura e a água, permitindo assim formação de uma emulsão. O processamento da mortadela compreende as etapas de pesagem e seleção de ingredientes e matérias-primas, moagem das carnes, mistura das matérias-primas e ingredientes, emulsificação, mistura do toucinho (se houver), embutimento, cozimento e defumação (se houver), resfriamento e embalagem (OLIVO, 2006).

O amido pode ser um aditivo no processamento de alguns tipos de mortadelas, interferindo diretamente na consistência do produto, proporcionando liga na massa, facilitando a modelagem desta. A substituição do amido por diversos tipos de farinhas é uma alternativa para introdução de fibras e substâncias funcionais na mortadela, além de proporcionar melhorias nas características sensoriais do produto (SANTOS JÚNIOR et al., 2009; GUERRA et al., 2012). É importante considerar que a qualidade da matéria-prima e inclusão dos diferentes aditivos na mortadela podem alterar suas propriedades sensoriais e afetar a aceitação dos consumidores.

### 3.7. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE MORTADELA

Os parâmetros físico-químicos para mortadelas relacionam-se diretamente com a quantidade de constituintes químicos e refletem a qualidade das mesmas. De um modo geral, os constituintes químicos podem ser agrupados em duas categorias: os constituintes básicos ou nutritivos – água, carboidratos, gorduras, minerais, proteínas e vitaminas, e os constituintes secundários – enzimas, ácidos orgânicos, compostos voláteis, pigmentos, pectinas,



substâncias aromáticas, etc., sendo as análises físico-químicas usadas como parte da garantia da qualidade nutricional. Estas informações são essenciais para a promoção da educação nutricional, controle de qualidade do produto e a avaliação da ingestão de nutrientes de indivíduos ou populações (GOMES, OLIVEIRA, 2011).

A composição centesimal corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100 g de um alimento, exprimindo de forma geral o seu valor nutritivo. Os grupos homogêneos de substâncias dizem respeito àqueles compostos que se encontram em praticamente todos os alimentos, sendo eles: umidade, lipídios ou extrato etéreo (“gorduras”), proteína bruta, fibra bruta, cinzas ou resíduo mineral fixo (minerais), fração glicídica ou extrato não nitrogenado.

Os parâmetros físico-químicos para mortadelas no Brasil estão descritos na instrução normativa nº 4, de 31 de março de 2000, do ministério da Agricultura e Abastecimento, referente ao regulamento técnico de identidade de mortadela. A Tabela 3 apresenta os principais parâmetros de referência para mortadelas.

**Tabela 3-** Parâmetros físico-químicos para mortadelas.

	<b>Mortadela</b>	<b>Tipo Bologna</b>	<b>Bologna</b>	<b>Italiana</b>	<b>Aves</b>
Umidade	Máx. 65%	Máx. 65%	Máx. 65%	Máx. 65%	Máx. 65%
Gordura	Máx. 30%	Máx. 30%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 30%
Proteína	Mín. 12%	Mín. 12%	Mín. 12%	Mín. 12%	Mín. 12%
Carboidratos	Máx. 10%	Máx. 10%	Máx. 3%	Máx. 3%	Máx. 10%
Amido	Máx. 5%	Máx. 5%	0%	0%	Máx. 5%

Fonte: BRASIL (2000).

### 3.8. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE MORTADELA

A qualidade de um alimento está relacionada diretamente com suas características microbiológicas, por meio destas podem-se avaliar as condições de processamento, armazenagem e distribuição para o consumidor, sua vida útil e o risco para a população. Os critérios de avaliação devem ser claros, sendo fundamentais para a segurança do consumidor e do produto (FRANCO, LANDGRAF, 2005).

As mortadelas podem sofrer ação de microrganismos deteriorantes, ou ainda favorecer o desenvolvimento de alguns patógenos, tendo como consequência a redução da vida de

prateleira. De acordo com a RDC 12 (BRASIL, 2001), as análises microbiológicas recomendadas para análise de mortadela são: coliformes a 45°C/g, *Staphylococcus* coagulase positiva/g e *Clostridium* sulfito redutor a 46°C, *Salmonella* sp. (Tabela 4).

**Tabela 4-** Padrões microbiológicos para mortadela.

Microrganismo	Tolerância
Coliformes a 45°C	10 <sup>3</sup> /g
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	3 x 10 <sup>3</sup> /g
<i>Clostridium</i> sulfito redutor a 46°C	5 x 10 <sup>2</sup> /g
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente/25g

**Fonte:** ANVISA - RDC 12/2001.

As bactérias do gênero *Staphylococcus* são cocos gram-positivos, imóveis, agrupados em massas irregulares ou em cachos de uva. São aeróbios ou anaeróbios facultativos, produtores de catalase e normalmente beta-hemolíticos, fermentam a glicose com produção de ácido, tanto em aerobiose como em anaerobiose (SILVA et al., 2007).

São conhecidas aproximadamente 33 espécies de *Staphylococcus*, podendo ser divididas em duas categorias: coagulase positiva e coagulase negativa. Essa divisão é baseada na capacidade de coagulação do plasma, que é uma propriedade considerada como importante marcador de patogenicidade dos estafilococos (SILVA et al., 2007). Dentre estas espécies, o *Staphylococcus aureus* permanece como a mais frequentemente associada às doenças estafilocócias, seja de origem alimentar ou não.

A temperatura ótima de crescimento do *Staphylococcus aureus* é de 35°C a 40°C. O pH ótimo é de 6,0 a 7,0 e a atividade de água está na faixa de 0,85 a 0,99, sendo considerado único em sua capacidade de crescer em valores inferiores aos considerados normais para bactérias não-halófilas. São também tolerantes a concentrações de até 25% de NaCl e a nitratos, o que torna os alimentos curados veículos potenciais para as mesmas. (SILVA et al., 2007).

Os reservatórios de *S. aureus* são os seres humanos e animais de sangue quente, ocorrendo nas vias nasais, garganta, pele e cabelos de 50% ou mais de indivíduos humanos saudáveis. Os manipuladores são a fonte mais frequente de contaminação, embora equipamentos e superfícies mal higienizadas possam contaminar os alimentos. Sua presença em linhas de processamento de alimentos tem sido considerada como um indicador de

condições precárias de higiene e manipulação inadequada da matéria-prima ou do produto final (FRANCO, LANDGRAF, 2005; SILVA et al., 2007).

O grupo de coliformes termotolerantes, conhecidos regularmente como coliformes fecais, é um subgrupo dos coliformes totais, capazes de fermentar a lactose em 24 horas à temperatura de aproximadamente 45°C, com produção de gás. Neste grupo a espécie mais preocupante devido à sua patogenicidade é *Escherichia coli*, pertence à família Enterobacteriaceae, sendo seu habitat o trato intestinal de animais de sangue quente. Os membros desta família são bacilos Gram-negativos, alguns têm a capacidade de motilidade possuindo flagelos peritricos, são aeróbios facultativos e fermentam a glicose com formação de ácido e gás. *Escherichia coli* pode crescer entre a faixa de pH de 4,4 a 9, porém é conhecida sua capacidade de tolerar ambientes ácidos, que lhe permitem sobreviver no trato gastrointestinal. Em condições ótimas de crescimento *E. coli* pode crescer acima de aw de 0,95, temperatura de 37°C a 42°C (FRANCO, LANDGRAF, 2005; SILVA et al., 2007).

A presença de cepas não patogênicas em alimentos indica contaminação direta ou indireta de origem fecal, sendo considerado o indicador clássico da possível presença de microrganismos patogênicos. Contagens elevadas deste microrganismo também relacionam-se a falta de higiene e falhas no processamento de alimentos (FRANCO, LANDGRAF, 2005; SILVA et al., 2007).

*Salmonella* spp. é uma bactéria causadora de toxinfecção alimentar de considerável significância na indústria de alimentos. São bastonetes não esporuladas, Gram-negativas, amplamente distribuídas na natureza. Seu habitat primário é o trato intestinal de animais como aves, répteis, bovinos, suínos, humanos e ocasionalmente insetos. A maioria das espécies de salmonelas é móvel, reduz nitrato e nitrito, produz gás a partir da glicose, possui temperatura ótima de crescimento 35°C, pH ótimo de aproximadamente 7 e atividade de água de 0,94 (FRANCO, LANDGRAF, 2005; SILVA et al., 2007).

As cepas mais frequentemente envolvidas nas doenças humanas são de *S. entérica* subsp. *entérica* que tem por habitat os animais de sangue quente e respondem por 99% das salmoneloses humanas. Estas salmoneloses desenvolvem um quadro de infecção gastrointestinal, tendo como sintomas dores abdominais, diarreia, febre, vômito e prostração. Quando ocorre a forma grave da salmonelose (Febre Tifoide), ela pode levar o paciente a óbito. Assim, esta bactéria deve estar ausente em alimentos processados devido ao seu alto grau de patogenicidade (FRANCO, LANDGRAF, 2005; SILVA et al., 2007).

Clostrídios sulfito redutores são os clostrídios que reduzem o sulfito a sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) a 46°C. Sua aplicação na análise de alimentos é oferecer uma indicação simples e rápida da potencial presença de *Clostridium perfringens*, que também é um sulfito redutor. As

cepas de *Clostridium perfringens* são bastonetes Gram-positivas, anaeróbias estritas e imóveis. São sulfitos redutores, fermentam a lactose, crescem em pH ótimo de 7,2, atividade de água 0,93 e temperatura de 43°C a 47°C.

O *Clostridium botulinum* é um bacilo gram-positivo, que se desenvolve em meio anaeróbio, produtor de esporos, que são formas mais resistentes que se tem encontrado entre os agentes bacterianos, podendo tolerar temperaturas de 100 °C por horas (CERESER et al, 2008). O botulismo é um tipo severo de intoxicação alimentar causado pela ingestão de alimentos contendo uma potente neurotoxina formada durante o crescimento do *Clostridium botulinum* (RAGAZANI, 2008). As toxinas botulínicas são proteínas simples, antigênicas, solúveis em água, estáveis em meio ácido e em salmouras contendo até 26,6% de sal, são ainda termolábeis, sendo destruídas pelo aquecimento a 80°C durante 30 minutos ou a 100°C durante 5 minutos (CERESER et al, 2008).

Os *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum* são espécies de grande importância para saúde pública, pois estes microrganismos produzem várias substâncias solúveis de efeitos tóxicos e a intoxicação alimentar que causa as toxinfecções mais comuns, principalmente presente em produtos cárneos (FRANCO, LANDGRAF, 2005; SILVA et al., 2007).

### 3.9. ANÁLISE SENSORIAL DE MORTADELA

A análise sensorial é definida como uma ciência usada para medir, analisar, interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. Basicamente, os métodos sensoriais são agrupados em dois grandes grupos: analíticos e afetivos. Os métodos analíticos utilizam a avaliação, na qual é necessária a seleção e/ou treinamento da equipe sensorial e também é exigida a avaliação objetiva (ABNT, 1993).

No caso dos métodos afetivos, é necessário utilizar indivíduos sem prévio treinamento, pois se buscam respostas resultantes de estímulos e reações espontâneas ao degustar e avaliar o alimento, sendo estes testes empregados para determinar a aceitabilidade ou preferência de um dado produto (DE PENNA, 1999).

Esses métodos são aplicados para desenvolvimento e melhoramento de produtos, controle de qualidade, tempo de armazenamento e desenvolvimento de processos. A análise sensorial pode ser empregada na avaliação de mortadelas, bem como pode auxiliar no desenvolvimento de novas formulações contendo matérias-primas e ingredientes alternativos.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. LOCAIS DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Os procedimentos experimentais de elaboração das formulações de mortadelas, análises microbiológicas e físico-químicas, foram realizados nos Laboratórios de Processamento de Carnes, Microbiologia e Química Aplicada do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) *Campus* em Alegre/ES.

A análise de TBA das amostras das formulações de mortadelas foi realizada no Setor de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF), em Campos dos Goytacazes/RJ.

As análises de cor, pH, atividade de água, textura e avaliação sensorial das amostras das formulações de mortadelas foram realizadas nos Laboratórios de Processamento de Alimentos e Análise Sensorial do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre/ES.

### 4.2. MATÉRIA-PRIMA E ADITIVOS

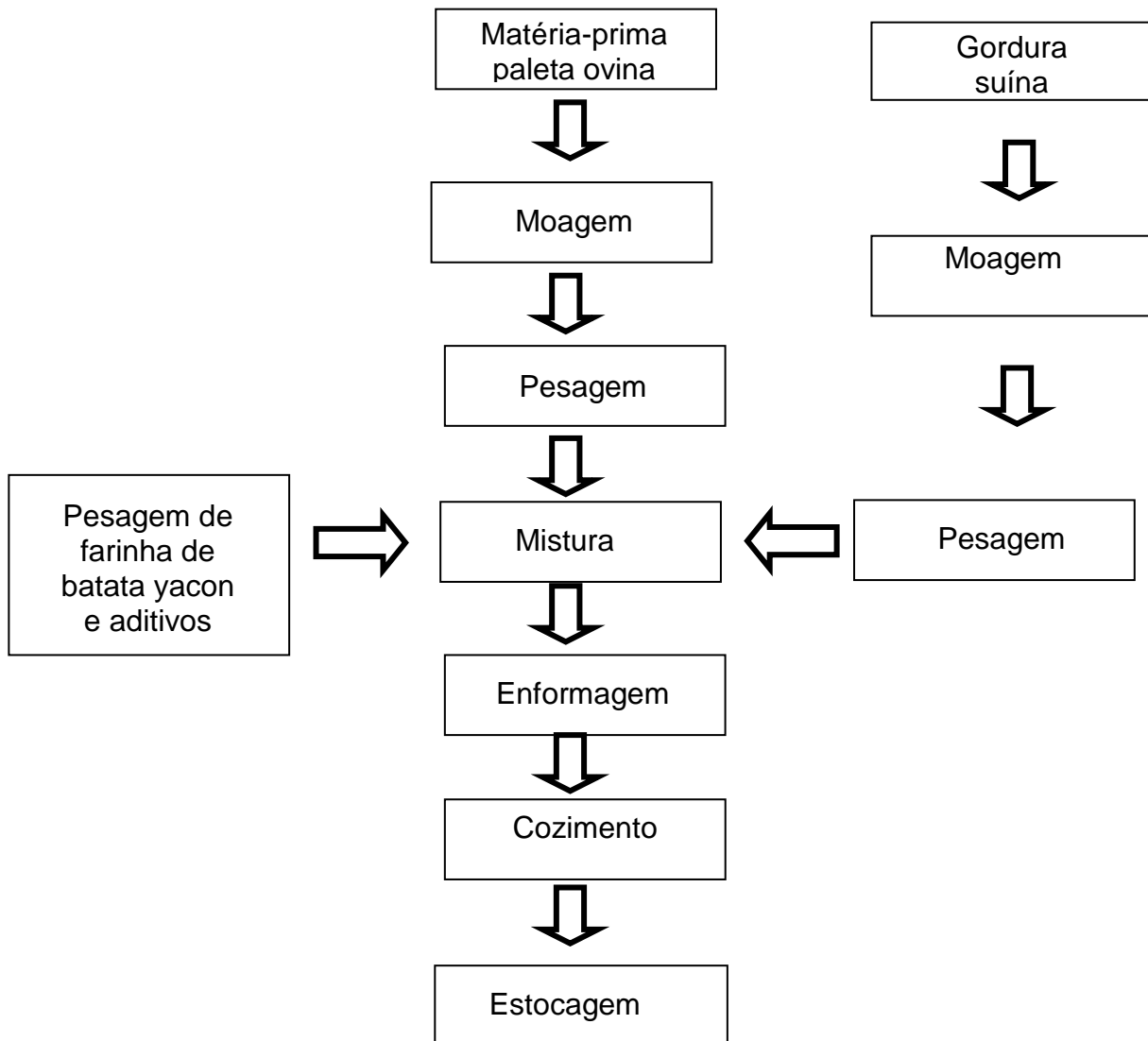
A matéria-prima (carne de paleta ovina) foi proveniente de cordeiros, produto do cruzamento das raças Santa Inês e Dorper, criados em confinamento na fazenda Santa Bárbara, localizada no Município de Muniz Freire/ES. Os animais foram encaminhados e abatidos no frigorífico Cofril, localizado no Município de Atílio Vivácqua/ES, sendo esta matéria-prima inspecionada e certificada quanto às condições higiênico-sanitárias pelo Serviço de Inspeção Estadual – SIE/IDAF.

A matéria-prima foi entregue congelada (-18°C) no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), localizado no Município de Alegre/ES, onde foi estocada em câmaras frigoríficas a (-18°C) até o início do processo de fabricação das mortadelas.

A farinha de batata yacon e os demais aditivos utilizados nas formulações das mortadelas, foram adquiridos em estabelecimentos comerciais especializados em produtos vegetais naturais e em aditivos químicos para fabricação dos embutidos.

#### 4.3. PREPARO DAS FORMULAÇÕES DE MORTADELAS

As distintas formulações de mortadelas foram preparadas conforme o fluxograma de processamento (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma de processamento de formulações de mortadelas.

Foram elaboradas quatro formulações de mortadelas de carne ovina, sendo denominados Controle, F1, F2 e F3. As formulações foram calculadas promovendo substituição parcial do teor de gordura por adição de farinha de batata yacon, em relação à formulação controle. A Tabela 5 apresenta os percentuais de redução de gordura e adição de farinha de batata yacon promovida em cada formulação.

**Tabela 5-** Percentual de redução de gordura e adição de farinha de batata yacon nas formulações de mortadelas de carne ovina.

<b>Formulação</b>	<b>Redução de Gordura Suína (%)</b>	<b>Adição de Farinha de Batata Yacon (%)</b>
Controle	0,00	0,00
F1	10,0	1,25
F2	20,0	2,50
F3	30,0	5,00

Os teores da farinha de batata yacon e de gordura foram estabelecidos com base em testes preliminares, consulta à literatura e a legislação pertinente aos padrões de identidade de mortadelas. (YETIM et al., 1992; BRASIL, 2000; ALLAIS, 2010; GUERRA et al., 2012).

Os percentuais de matéria-prima e aditivos das diferentes formulações de mortadelas estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6-** Percentual de matéria- prima e aditivos das formulações de mortadelas de carne ovina.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Controle</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
Carne Ovina	67,00	67,00	67,00	67,00
Toucinho	30,00	27,00	24,00	21,00
Farinha de Batata Yacon <sup>1</sup>	0,00	1,25	2,50	5,00
Açúcar <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10
Sal (NaCl) <sup>3</sup>	2,10	2,10	2,10	2,10
Nitrito de Sódio <sup>4</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20
Emulsificante <sup>5</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
Fixador de Cor <sup>6</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
Água	0,00	1,75	3,50	4,00

<sup>1</sup> Farinha de Batata Yacon Natural Life®;

<sup>2</sup> Açúcar Cristal União®;

<sup>3</sup> Sal de Cozinha Cisne®;

<sup>4</sup> Sal de Cura Kura K007 - Doremus®;

<sup>5</sup> Emulsificante - Ibrac®;

<sup>6</sup> Fixador de Cor - Ibrac®.

O processamento das mortadelas seguiu o protocolo de fabricação proposto por Guerra et al. (2011) com adaptações. A matéria-prima inicialmente foi submetida ao descongelamento lento, realizado sob-refrigeração em temperatura de aproximadamente 4°C. A seguir, a carne ovina e a gordura foram moídas, com o auxílio de máquina de moer utilizando os discos de oito, cinco e três milímetros de diâmetro, sendo estas matérias submetidas ao trituração por três vezes em cada disco. Logo após, houve a pesagem e mistura da carne ovina, gordura, farinha de batata yacon e os demais aditivos em um multiprocessador de alimentos por aproximadamente seis minutos, até a massa atingir o ponto de completa distribuição homogênea. Após a etapa de mistura foi realizada a enformagem, utilizando saco plástico de polietileno apropriado para cozimento de mortadela, adquirido em estabelecimento sob a fiscalização da Inspeção Federal.

As mortadelas embaladas foram colocadas em uma forma de aço inox para o devido cozimento, que foi realizado em banho-maria à temperatura de aproximadamente 80°C, até atingirem o ponto ideal de cozimento à temperatura de 74°C no centro gravimétrico do produto. Finalmente após o cozimento das mortadelas, estas foram identificadas, embaladas a vácuo em sacos plásticos de polietileno e mantidas em temperatura de refrigeração 4°C para realização das demais análises e acompanhamento da vida de prateleira do produto. Além disso, após o cozimento foi realizado o cálculo de perda pelo cozimento das distintas formulações de mortadelas, utilizando-se a equação 1 recomendada por Tobin et al. (2012).

**Equação 1.** Cálculo de perda no cozimento.

$$\text{Perda pelo Cozimento (\%)} = \frac{(\text{Massa antes do cozimento} - \text{Massa após cozimento})}{\text{Massa antes do cozimento}} \times 100$$



## 4.4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

### 4.4.1. Composição centesimal

As amostras das distintas formulações de mortadelas foram trituradas e homogeneizadas para realização das análises físico-químicas a seguir: umidade (secagem direta em estufa a 105°C), cinzas (resíduo por incineração em mufla a 550°C), proteínas (Método de Kjeldahl clássico), lipídios (extração direta em Soxhlet), fibra bruta por método gravimétrico após a digestão ácida e teor de extrato não nitrogenado determinado por diferença em relação aos demais parâmetros. As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata e segundo a metodologia descrita por Cecchi (1999) e Association of official Analytical Chemists – AOAC (2000).

### 4.4.2. Atividade de água

A atividade de água ( $A_w$ ) foi determinada por meio de leitura direta, à temperatura de aproximadamente 25°C, por meio do equipamento Aqualab (modelo *Series TE, Ecagon Devices Inc, Pullman, WA*). As leituras das amostras foram realizadas em triplicata, nos tempos 10, 45, 90 e 120 dias após processamento das distintas formulações de mortadelas.

### 4.4.3. Determinação do pH

O pH foi determinado de maneira eletrométrica, utilizando-se um pHmetro *Schott Handylab*, utilizando 10 g de cada amostra homogeneizada em 100 ml de água destilada, sendo este conteúdo agitado por cinco minutos e, a seguir foi procedida a leitura, que foi realizada em triplicata, nos tempos 10, 45, 90 e 120 dias após processamento das distintas formulações de mortadelas.

#### 4.4.4. Oxidação lipídica

A avaliação do índice de TBARs (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) diz respeito ao grau de oxidação lipídica das amostras, que causa sabor e odor característicos de ranço. Para tal, utiliza-se ácido tiobarbitúrico para quantificar os teores de malonaldeído, que corresponde a um aldeído de cadeia curta proveniente dos processos de decomposição de hidroperóxidos lipídicos, ou seja, produtos de oxidação.

A determinação da oxidação lipídica (TBARs) foi realizada nas diferentes formulações de mortadelas, sendo utilizada metodologia descrita por Vyncke (1970) e modificada por Sorensen e Jorgensen (1996). Pesou-se 5 g de amostra em tubos de ensaio de vidro 30 x 200 mm, sem borda e fundo arredondado, aos quais foram adicionados 30 mL de ácido tricloroacético 7,5%. Logo após estas amostras foram trituradas e homogeneizadas com auxílio do Ultra-Turrax durante 1 minuto, sendo em seguida a solução filtrada, utilizando papel filtro qualitativo (12,5 mm). O filtrado foi transferido para um balão volumétrico de 50 ml e adicionada solução tricloroacético até completar o volume. A partir do balão foi retirada uma alíquota de 5ml e transferida para um tubo de ensaio, onde adicionou-se também 5 ml de ácido tiobarbitúrico 0,02M. Os tubos foram colocados em aquecimento em banho-maria fervente por 40 minutos, para a formação do complexo colorido. Após este período, os tubos foram resfriados em água corrente até a temperatura ambiente, sendo realizada a leitura da solução em um espectrofotômetro *Kasuki* (modelo *UV-5100*), calibrado no comprimento de onda de 532 nm.

Os valores foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma da amostra (mg de malonaldeído/kg), sendo estes valores obtidos a partir de uma curva padrão de TEP (1,1,3,3 - tetraetoxipropano), no qual a concentração e a absorbância foram plotadas no eixo x e y, respectivamente, determinando assim a equação da reta de uma regressão linear, a partir da qual se obteve a concentração da amostra.

As leituras de TBARs das amostras foram realizadas em triplicata, nos tempos 10, 45, 90 e 120 dias após processamento das distintas formulações de mortadelas.

## 4.5. ANÁLISES INSTRUMENTAIS

### 4.5.1. Cor

A análise dos parâmetros referente à coloração das amostras das distintas formulações de mortadelas foi realizada seguindo as recomendações sugeridas por Ramos e Gomide (2007), com auxílio de colorímetro Modelo *MiniScan EZ-HunterLab*, utilizando iluminante D65, ângulo de observação de 10°, pelo sistema CIELab. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas angulares  $L^*$  = luminosidade (0 = preto e 100 = branco),  $a^*$  (- 80 até zero = verde, do zero ao + 100 = vermelho),  $b^*$  (- 100 até zero = azul, do zero ao + 70 = amarelo), índice de saturação ( $C^*$ ) foi calculado pela fórmula ( $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ).

As leituras dos parâmetros referentes à cor das amostras foram realizadas em triplicata, nos tempos 10, 45, 90 e 120 dias após processamento das distintas formulações de mortadelas.

### 4.5.2. Textura

A análise dos parâmetros referentes à textura das amostras das distintas formulações de mortadelas foi realizada por meio da análise de perfil de textura (TPA), em um texturômetro Texture Analyzer BROOKFIELD, conectado a um computador equipado com o programa TexturePro CT V1.4 Build 17®. As amostras de mortadelas de cada formulação foram cortadas na forma de cubos nas seguintes dimensões 40mm de comprimento, 30 mm de largura e 30 mm de altura, sendo submetidas ao teste de compressão usando carga de 10 kg. As amostras foram comprimidas em 50 % de sua altura com uma sonda cilíndrica (TA 10) de 12,5 mm de diâmetro e com velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s, velocidade do teste de 3,0 mm/s e velocidade de retorno de 3,0 mm/s. Os parâmetros do perfil de textura foram: dureza (medida necessária para comprimir a amostra), coesividade (medida em que a amostra pode ser deformada antes da ruptura), mastigabilidade (força necessária para mastigar antes de engolir a amostra) e gomosidade (energia necessária para quebrar um alimento semissólido pronto para engolir), conforme descrito por Tobin et al. (2012).

As leituras dos parâmetros referentes à textura das amostras foram realizadas em triplicata, nos tempos 10, 45, 90 e 120 dias após processamento das distintas formulações de mortadelas.

## 4.6. ANÁLISES MICROBIÓLOGICAS

As análises microbiológicas das amostras das distintas formulações de mortadelas foram realizadas segundo os protocolos “Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal” adotados pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (BRASIL, 1992), e proposto por Silva et al. (2007), nos dias 10, 45, 90 e 120 após o processamento, sendo os resultados comparados com os padrões aceitáveis pela RDC12 (BRASIL, 2001) para coliformes termotolerantes a 45°C, *Staphylococcus coagulase positiva*, *Salmonella* sp. e *Clostridium* sulfito redutor a 46°C.

### 4.6.1. Preparo das diluições seriadas e meios de cultura

As embalagens a vácuo contendo as mortadelas foram assepticamente abertas, realizando a limpeza das superfícies externas das mesmas com solução de álcool 70%. Os procedimentos de abertura da embalagem, retirada e pesagem da unidade analítica foram realizados no interior de uma capela de fluxo laminar, sempre próximo à chama do bico de Bunsen. A unidade analítica utilizada foi de 25g, removida assepticamente de diversos pontos de cada amostra, acondicionada em saco plástico de Stomacher esterilizado, pesada em balança analítica (Gehaka®) e adicionada a 225mL de água peptonada 0,1% estéril para as futuras análises. Para a pesquisa de *Salmonella* spp. 25 g unidade analítica foi adicionada a 225mL de Caldo Lactosado (meio de pré-enriquecimento).

A homogeneização da unidade analítica com o diluente foi feita em um Stomacher (60"/230 rpm) (Seward®), obtendo-se assim, a diluição inicial ( $10^{-1}$ ). Para o preparo da segunda diluição ( $10^{-2}$ ), foi transferido, assepticamente, 1,0mL da diluição anterior ( $10^{-1}$ ) para um tubo contendo 9 mL do mesmo diluente. O processo foi repetido até a obtenção da diluição seriada até atingir a diluição ( $10^{-3}$ ). Para a análise de *Salmonella* spp., apenas a diluição  $10^{-1}$  foi preparada. Todos os tubos e placas foram previamente identificados para que as etapas seguintes fossem iniciadas.

Os preparos dos meios de cultura seguiram às recomendações dos fabricantes. Sendo assim, todos os meios, com exceção dos destinados à pesquisa de *Salmonella* spp., foram previamente esterilizados em autoclave vertical (Phoenix®) a 121°C, durante 15 minutos.

#### 4.6.2. Determinação do NMP/g (Número mais provável) de coliformes a 45°C

A determinação do NMP/g de coliformes a 45°C foi realizada por determinação em série de três tubos com teste presuntivo, onde foi transferido 1ml da diluição seriada previamente realizada para tubos contendo Caldo LST (Caldo Lauril sulfato triptose), que foi incubado a 37° C por 48 horas. Foram considerados tubos positivos para teste presuntivo os tubos que turvaram e formaram gás. Posteriormente uma alçada de inóculo dos tubos positivos no teste presuntivo foi transferida para novos tubos com tubos de Durhan, contendo 8,0mL de caldo EC (Caldo *Escherichia coli*). A incubação foi feita em banho-maria (Tecnal®), até a uma altura superior à superfície do meio de cultura, a uma temperatura de 45,5° por 24 horas. O número de tubos com produção de gás nos tubos de Durhan (positivos) foi anotado e comparado com uma tabela de NMP adequada às diluições inoculadas.

#### 4.6.3. Contagem de Estafilococos coagulase positiva

A análise de contagem de Estafilococos coagulase positiva foi realizada pelo método de plaqueamento em superfície, onde foram utilizadas diluições  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$  e sendo transferido 0,1mL da diluição contendo inóculo em placas contendo 20 mL de Ágar BP (Baird-Parker). Neste meio, foi realizada a adição prévia de solução aquosa de telurito de potássio 1% e emulsão de gema de ovo (Fluka®), conforme instruções do fabricante.

Os inóculos foram espalhados com o auxílio de uma alça de Drigalski, das placas de maior para as de menor diluição, até que ocorresse a completa absorção de líquido. Após secas, as placas foram incubadas, invertidas, a 35°C por 48h em estufa de incubação.

Para a contagem de colônias presuntivas, foram selecionadas as placas com 30 a 300 colônias típicas. Para a confirmação, foram adotados os testes de coloração de gram, coagulase, catalase e termonuclease. Estafilococos coagulase positiva se caracterizarão por apresentar resultados positivos em todos os testes supracitados.

O cálculo do número de UFC/g foi baseado no número de colônias típicas contadas, na diluição inoculada e na porcentagem de colônias confirmadas.

#### 4.6.4. Pesquisa de *Salmonella* spp.

A pesquisa de *Salmonella* spp. foi utilizada a diluição  $10^{-1}$  para incubação do inóculo em Caldo Lactosado a 35°C por 20h, para a execução da etapa de enriquecimento, onde foi feita a transferência de 1,0mL deste caldo para dois tubos (previamente submetidos, junto com os meios seguintes, à fervura por 10 minutos): um contendo 10mL de Caldo TT (Caldo tetracionato) e o outro 10mL (Caldo Rappaport). No Caldo TT foi adicionado em cada tubo 0,2 mL de solução de iodo. Ambos os caldos foram incubados a 35°C, durante 24h.

Para o plaqueamento diferencial, os tubos foram agitados em agitador tipo “vortex” (Quimis®) e, em seguida, para a obtenção de colônias puras, foi feita a semeadura por esgotamento a partir de uma alçada do caldo TT em placas de Ágar HE (Agar Hecktoen) e Ágar XLD (Agar Xilose Lisina Desoxicolato). O mesmo procedimento foi repetido com o caldo (Caldo Rappaport) para os mesmos meios supracitados. As placas foram incubadas invertidas a 35°C por 24 horas em estufa de incubação, sendo verificada presença ou ausência do microrganismo nas amostras.

#### 4.6.5. Contagem de Clostrídios sulfito-redutores

Foi realizada a inoculação de 1,0 mL das diluições ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) em três placas de Ágar Triptose Sulfito Cicloserina (TSC) fazendo o plaqueamento em profundidade, onde foi aguardado que as placas secassem para cobrir a superfície com uma sobrecamada de TSC.

As placas foram incubadas sem inverter a 46°C por 18 a 24 horas, em atmosfera anaeróbia. Para a obtenção da atmosfera anaeróbia foram utilizadas jarras de anaerobiose, contendo um sachê de Anaerongen®, que absorve o oxigênio e gera dióxido de carbono essencial para o crescimento de anaeróbios.

A contagem das colônias presuntivas de Clostrídios sulfito- redutores foram selecionadas as placas com 30 a 300 colônias típicas. Para a confirmação, foram selecionadas varias colônias típicas e transferidas para tubo de Caldo Infusão Cérebro Coração (BHI), previamente desaerados. A desaeração o meio foi submetido à fervura em banho-maria, por 15 minutos, com tampas afroxadas, e resfriadas imediatamente em banho de gelo. Em seguida, foram incubados, os tubos inoculados a 35°C por 24 horas, e realizados os testes de coloração de gram e teste de catalase. Os clostrídios sulfito- redutores caracterizam-se por bastonetes gram- positivos catalase negativos.

O cálculo do número de UFC/g ou ml foi feito em função do número de colônias típicas, diluição inoculada e porcentagem de colônias confirmadas.

#### 4.7. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada segundo protocolo de execução proposto por Meilgaard, (2006). As amostras correspondentes às quatro formulações (Controle, F1, F2 e F3), foram submetidas aos testes de aceitação sensorial e de intenção de compra, sendo estas realizadas em sessão única.

Foram selecionados aproximadamente 60 julgadores não treinados recrutados dentre estudantes, funcionários e professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre/ES.

As amostras foram servidas fatiadas de forma aleatória e monádica, em pratos descartáveis codificados com números de três dígitos, em quantidade de aproximadamente 20 g do produto, sendo apresentadas em cabines individuais.

Em relação à aceitação das diferentes formulações de mortadelas, para os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global os julgadores receberam juntamente com as amostras, uma ficha resposta contendo uma escala hedônica de nove pontos (Anexo A), sendo solicitado o devido preenchimento de maneira que promovesse um julgamento individual para cada amostra servida. Para avaliação da intenção de compra de cada amostra das diferentes formulações de mortadelas, foi empregada uma escala de cinco pontos, nos quais os julgadores atribuíam valores numéricos segundo suas preferências.

As avaliações dos parâmetros sensoriais das amostras das distintas formulações de mortadelas foram realizadas após avaliação microbiológica, estando os resultados de todas as amostras dentro dos padrões preconizados pela RDC 12/2001 (BRASIL, 2001) e aprovação do comitê de ética em saúde (Anexo B).

#### 4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos das análises, físico-químicas e oxidação lipídica das amostras das distintas formulações de mortadelas foram comparados utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, com percentuais de introdução de farinha de batata yacon (0,0; 1,25; 2,50 e 5,0 %) na parcela e tempo ( 5, 45, 90 e 120 dias) na subparcela, com quatro tratamentos e três repetições para cada formulação. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas utilizando o teste Student-Newman-Keuls em nível 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS (2009) versão 9.3.

Os dados obtidos na análise sensorial foram submetidos à análise estatística, por meio de análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas utilizando o teste de Tukey em nível 5% probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS (2009) versão 9.3.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, B. M. Beef and sheep mortadella: formulation, processing and quality aspects. **International Journal of Food Science and Technology**. n.39, p.177–182, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12806: **Análise sensorial de alimentos e bebidas – terminologia**. RJ, 1993a.

ALLAIS, I. Emulsification. In: TÓLDRÁ, F. (Ed.). **Handbook of meat processing**. Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. p.143168.

ALVES, L.G.C.; OSÓRIO, J.C.S.; FERNANDES, A.R.M.; RICARDO, H.A.; CUNHA, C.M. Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, n.18, p.2399-2415, 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC International**. Virginia, 2000. 115 p.

ASHAYE, A.; GAZIANO, J.; DJOUSSÉ, L. Red meat consumption and risk of heart failure in male physicians. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.21, n.12, p.941-946, 2011.

BEHLING, M.; MARQUARDT, L.; ROHLFES, A.L.B.; BACCAR, N.M.; OLIVEIRA, M.S.R. Emprego de fibras de trigo e soja na elaboração de mortadelas. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 4, n. 1, p. 57-65, 2014.

BESERRA, F.J.; MELO, L.R.R.; RODRIGUES, M.C.P.; SILVA, E.M.C.S.; NASSU, R.T. Desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial de embutido cozido tipo apresuntado de carne de caprino. **Ciência Rural**, v.33, n.6, 2003.

BIEDRZYCKA, E.; BIELECKA, M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, p.170-175, 2004.

BISWAS, A.K.; KUMAR, V.; BHOSLE, S.; SAHOO, J.; CHATLI, M.K. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. **International Journal of Livestock Production**, v.2, n.4, p. 45-54, 2011.

BORGES, J T S; PIROZI, M R; PAULA, C D; VIDIGAL, J G; SILVA, N A S; CALIMAN, F R B. Yacon na alimentação humana: aspectos nutricionais, funcionais, utilização e toxicidade. **Scientia Amazonia**, v.1, n.3, p. 3-16, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** (Aprovado pelo Decreto nº 30.691 de 29-03-52, alterado pelos Decretos nºs 1.255 de 25-06-62, 1.236 de 02-09-94, nº 1.812 de 08-02-96 e nº 2,244 de 05-06-97). DIPOA-MAPA, Brasília-DF, 1997, 241p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução normativa n.4, de 31 de março de 2000. **Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p. 6.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Defesa Animal. **Manual de métodos microbiológicos para alimentos**. Coordenação Geral de Laboratório Animal. 1991/1992 2ª revisão.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Alimentar para a população brasileira: Promovendo alimentação saudável**. Brasília: 2006. 210 p.

BURIN, P.C.; MONTESCHIO, J.O.; LEONARDO, A.P.; VARGAS JUNIOR, F.M.; ALTEMIO, A.D.C. Análise sensorial de apesuntados elaborados a partir da carne de ovinos pantaneiros de diferentes categorias. **REDVET - Revista electrónica de Veterinaria**, v.16, n.2, p.1-12, 2015.

CARDOSO, J. B. N.; HENRY, F. C.; ALMEIDA, S. B.; FERREIRA, K. S.; LADEIRA S. A. Characterization of cooked ham containing pectin and potassium chloride. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.37, p.100–108, 2013.

CECHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas, SP. Editora da Unicamp. 1999. 212p.

CERESER, N. D.; COSTA, F. M. R.; JÚNIOR, O. D. R.; SILVA, D. A. R.; SPEROTTO, V. R. Botulismo de origem alimentar. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 280-287, 2008.

COSTA, R.G.; SILVA, N.V.; MEDEIROS, G.R.; BATISTA, A.S.M. Características Sensoriais da Carne Ovina: Sabor e Aroma. **Revista Científica de Produção Animal**, v.11, n.2, p.157-171, 2009.

COSTA, F.P.; MACHADO, S.H. O consumo de sal e alimentos ricos em sódio pode influenciar na pressão arterial das crianças? **Ciência e saúde coletiva**, v. 15, n. 1,p.1383-1388 , 2010.

DAS, A.K.; ANJANEYULU, A.S.R.; THOMAS, R.; KONDAIAH, N. Effect of different fats on the quality of goat meat patties incorporated with full-fat soy paste. **Journal of Muscle Foods**, v.20, p.37-53, 2009.

DELGADO, G.T.C; TASHIRO, W.M.S.C.; MARÓSTICA JÚNIOR, M.R.; PASTORE, G.M. Yacon (*Smallanthus sichifolius*): a functional food. **Plants Foods Hum. Nutr.**, v.68, p.222-228, 2013.

DE PENNA, E. W. Métodos sensoriales e SUS aplicaciones. In: ALMEIDA, T. C. A. *et al.* **Avanços em análise sensorial**. São Paulo/SP. Ed. Livraria Varela, 1999. P. 13 - 22.

DOMÉNECH-ASENSI, G.; GARCÍA-ALONSO, F.J.; MARTÍNEZ, E.; SANTAELLA, M.; MARTÍN-POZUELO, G.; BRAVO, S.; PERIAGO, M.J. Effect of the addition of tomato paste on the nutritional and sensory properties of mortadella. **Meat Science**, v.93, p. 213–219, 2013.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ª ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2011. 426p.

DUTRA, M.P.; PALHARES, P.C.; SILVA, J.R.O.; EZEQUIEL, I.P.; RAMOS, A.L.S.; PEREZ, J.R.O.; RAMOS, E.M. Technological and quality characteristics of cooked ham-type pâté elaborated with sheep meat. **Small Ruminant Research**, v.115, p.56-61, 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. Biannual report on global food markets. Meat and meat products, 2015. Disponível em: <[www.fao.org/3/a-I4581E.pdf](http://www.fao.org/3/a-I4581E.pdf)>. Acesso em 06/04/2016.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. Biannual report on global food markets. Meat and meat products, 2016. Disponível em: <[www.fao.org/3/a-I5703E.pdf](http://www.fao.org/3/a-I5703E.pdf)>. Acesso em 14/06/2017.

FRANCESCHINI, R.; BONACINA, M.; TREPTOW, R.; MONTEIRO, E.; QUEIROZ, M.I. Caracterização sensorial de salsicha ovina. **Alimentação e Nutrição**, v.17, n.2, p.127-135, 2006.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

FRANÇOIS, P.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; FRANÇOIS, T.; SORIANO, V.S.; GALVANI, D.B. Propriedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte. **Ciência Rural**, v.39, n.9, 2009.

FREITAS, D.G.C.; JACKIX, M.N.H. Efeito de bebida adicionada de frutoligossacarídeo e pectina no nível de colesterol e estimulação de bifidobactérias em hamsters hipercolesterolêmicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.8, n.1, p.81-86, 2005.

GALLO, S.B. **Diferença da carne de carneiro e cordeiro**, 2006. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/qualidade/diferenca-da-carne-decarneiro-e-cordeiro-271n.aspx>>.

GENTA, S. et al. Yacon syrup: beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. **Clinical Nutrition**, v.28, p.182-187, 2009.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. O. **Análises físicas químicas de alimentos**, Editora UFV, Viçosa/MG, 2011. 303p.

GOUVEIA, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. **Inovação Uniemp [online]**, v.2, n.5, p. 32-37, 2006.

GUERRA, I.C.D.; FÉLEX, S.S.S; MEIRELES, B.R.L.A; DALMÁS, P.S.; MOREIRA, R.T.; HONÓRIO, V.G.; MORGANO, M.A.; MILANI, R.F.; BENEVIDES, S.D.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. **Small Ruminant Research**, v.98, p.59–63, 2011.

GUERRA, I.C.D.; MEIRELES, B.R.L.A; FÉLEX, S.S.S; CONCEIÇÃO, M.L.; SOUZA, E.L.; BENEVIDES, S.D.; MADRUGA, M.S. Carne de ovinos de descarte na elaboração de mortadelas com diferentes teores de gordura suína. **Ciência Rural [online]**, v.42, n.12, p.2288-2294, 2012.

GUSSO, A.P.; MATTANNA, P.; RICHARDS, N. Yacon: benefícios à saúde e aplicações tecnológicas. **Ciência Rural [online]**, v.45, n.5, p.912-919, 2015.

HABIB, N C; HONORÉ, S M ; GENTA, S B; SÁNCHEZ, S S. Hypolipidemic effect of *Smallanthus sichifolius* (yacon) roots on diabetic rats: biochemical approach. **Chemico-Biological Interactions**. v. 194, p.31-39, 2011.

HORITA, C. N.; MORGANO, M. A.; CELEGHINI, R. M. S.; POLLONIO, M. A. R. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. **Meat Science**, Oxford, v.89, p. 426-433, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Agregados**, 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/73#resultado>>. Acesso em: 06/06/2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabelas de composição nutricional de alimentos consumidos no Brasil, IN: **Pesquisa de Orçamento Familiar 2008 – 2009**, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06/04/2015.

JARDIM, R.D.; OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; MENDOÇA, G.; PINO, A.B.D.; OLIVEIRA, M.; PREDIÉE, G. Efeito da idade de abate e castração sobre a composição tecidual e química da paleta e da perna de ovinos Corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.231-236, 2007.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; COFRADES, S.; LÓPEZ-LÓPEZ, I.; RUIZ-CAPILLAS, C.; PINTADO, T.; SOLAS, M. T. Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat, low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. **Meat Science**, v.84, n.3, p.356-363, 2010.

KROLOW, A.C.R. Qualidade do alimento x perspectiva de consumo da carne ovina e caprina. 2005. Disponível em:  
<[http://www.spmv.org.br/conpavet2004/palestras%20%20resumos/palestra\\_Ana%20Cristina%20Krolov.doc](http://www.spmv.org.br/conpavet2004/palestras%20%20resumos/palestra_Ana%20Cristina%20Krolov.doc)>.

LARSEN, J.C. Legal and illegal colours. **Trends in Food Science & Technology**, v.19, n.1, p.64-69, 2008.

LEITE, A.; RODRIGUES, S.; PEREIRA, E.; PAULOS, K.; OLIVEIRA, A.F.; LORENZO, J.M.; TEIXEIRA, A. Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels. **Meat Science**, v.105, p.114–120, 2015.

LIMA JÚNIOR, D.M.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; MORENO, G.M.B. Oxidação lipídica e qualidade de carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.1 p.14-28, 2013.

MADRUGA, M.S. et al. Efeito da idade de abate no valor nutritivo e sensorial da carne caprina de animais mestiços. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p.374-379, 1999.

MADRUGA, M.S; NARAIN, N.; ARRUDA, S.G.B.; SOUZA, J.G.; COSTA, R.G.; BESERRA, F.J. Influência da idade de abate e da castração nas qualidades físico-químicas, sensoriais e aromáticas da carne caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1562-1570, 2002.

MADRUGA, M. S.; ARAÚJO, W. O.; SOUSA, W. H. et al . Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 4, Ago. 2006 .

MAGALHÃES, K.A.; MARTINS, E.C.; SOUZA, J.D.F.; BARBOSA, C.M.P.; GUIMARÃES, V.P. **Paranoma e perspectiva nacional da Ovinocultura e Caprinocultura**, EMBRAPA, 2014. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/documents/1355090/0/Panorama+Nacional+Caprinocultura+e+Ovinocultura/39160f17-81e8-495f-837b-4233aa63832e?version=1.0>>

MAHAN, K. L.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10 ed. São Paulo: Roca, 2005.

MAIA JUNIOR, J.A.; HENRY, F. C. ; VALLE, F. R. A. F. ; MARTINS, M. L. L. ; QUIRINO, C. R. ; COSTA, R. S. . Reducing fat and sodium content in pork sausage. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, p. 3847-3853, 2013.

MARTINS, E.C.; CUENCA, M.A.G.; AMAURY, A.S.; MUNIZ, E.N.; SANTOS, R.P.C.; GONZÁLES, E.O. **Caracterização do Consumo das Carnes Caprina e Ovina em Alagoas**. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, n.82, 2008, 23p.

MARTINS, M L R; DELMASHIO, K L; CORDEIRO, A A. Efeitos da utilização de *Smallanthus sichifolius* (yacon) no tratamento de indivíduos com Diabetes Mellitus. **Ceres**. v.6, n.1, p.35-43, 2011.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista Saúde Pública**, v.34, n.1, p.50-55, 2000.

MATOS, R.A; MENEZES, C.M.; RAMOS, E.M.; RAMOS, A.L.S.; GOMIDE, L.A.M. Efeito do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos fermentados cozidos elaborados a base de carne ovina. **B.CEPPA**, v. 25, n. 2, p. 225-234, 2007.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4ª ed. CRC Press, Boca Raton, 2006, 448 p.

MÉNDEZ-ZAMORA, G.; GARCÍA-MACÍAS, J.A.; SANTELLANO-ESTRADA, E.; CHÁVEZ-MARTÍNEZ, A.; DURÁN-MELÉNDEZ, L.A.; SILVA-VÁZQUEZ, R.; QUINTERO-RAMOS, A. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. **Food Science and Technology**, v.35, n.1, p. 25-31, 2015.

MOHAMMED, A.M.; SULIEMAM, A.M.E.; SALIH, Z.A.; MAHGOUB, A. Quality characteristics of laboratory-made mortadella meat product. **International Journal of Food Science and Nutrition Engineering**, v.5, n.2, p.96-100, 2015.

MONTEIRO, E. **Qualidade da carne e dos produtos cárneos**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. p.07-15.

MOSCATTO, J.A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, SH; HAULY, MCO. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.634-640, 2004.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA). **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

NERES, M. A.; MONTEIRO, A. L. G.; GARCIA, C. A.; COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; ROSA, G. J. M. Forma física da ração e pesos de abate nas características de carcaça de cordeiros em *creep feeding*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 948-954, 2001.

NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. **Brazilian Journal of Food Technology**, VII BMCFB, p. 107-110, 2009.

NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I.; WOOD, J.D.; HUGHES, R.G.; WILKINSON, S.L.; COOPER, C.L.; SINCLAIR, L.A. Effect of dietary oil source on the flavour and the colour and lipid stability of lamb meat. **Meat Science**, v.77, n.4, p.547-555, 2007.

OJANSIVU, I; FERREIRA, C L; SALMINEN, S. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. **Trends in Food Science & Technology**, v.22, p. 40-46, 2011.



OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Emulsões Cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em ciência e tecnologias de carnes**. São Paulo, Varela, cap. 9, 2006, p. 95-113.

OLIVEIRA, C. A. **Avaliação da atividade antioxidante do extrato de erva-cidreira de arbusto (*Lippia Alba* (Mill) NE Brown) em embutido a base de carne ovina de descarte**. 2011. Dissertação. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

OLIVEIRA, M.A.; NISHIMOTO, E.K. Avaliação do desenvolvimento de plantas de yacon (*Polymnia sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reservas em HPLC. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, n.2, p.215-220, 2004.

OLIVEIRA, M.A.; NISHIMOTO, E.K. Caracterização e quantificação dos carboidratos de reservas das raízes de yacon (*Polymnia sonchifolia*) mantidas sob condições ambientais e refrigeração. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.1, p.30-39, 2005.

OLIVEIRA, M. J.; ARAUJO, W. M. C.; BORGIO, L. A. Quantificação de nitrato e nitrito em linguiças do tipo frescal, **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.25, n.4, p.736-742, 2005.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 292-300, 2009.

OTTO DE SÁ, C.; SÁ, J. L., História dos ovinos. **Revista “O berro”**, n. 62, p. 40-56, 2004.

PANEA, B.; RIPOLL, G.; JOY, M. Caracterización y agrupamiento de algunos tipos comerciales de cordero por su perfil sensorial. **ITEA – Información Técnica Económica Agraria**, v.109, n.3, p.303-318, 2013.

PASSOS, L.M.L, PARK, Y.K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.385-390, 2003.

PELEGRINI, L.F.V.; PIRES, C.C.; TERRA, N.N.; CAMPAGNOL, P.C.B.; GALVANI, D.B.; CHEQUIM, R.M. Elaboração de embutido fermentado tipo salame utilizando carne de ovelhas de descarte. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.Supl., p.150-153, 2008.

PEREIRA, R. A. C. B. **Extração e utilização de frutanos de yacon (*Polymnia sonchifolia*) na funcionalização de alimentos**. Botucatu. Tese (Doutorado em Agronomia). 2009. 138 p. Universidade Estadual Paulista. Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2009.

POMPEU, F. R. **Tratamento não-farmacológico da hipertensão arterial**. Disponível em: <<http://www.medicina.ufmg.br/edump/clm/imphipert.htm>>. Acesso em: 04/04/2015.

RAGAZANI, A. V. F.; SCHOKEN- ITURRINO, R. P.; GARCIA, G. R.; DELFINO, T. P. C.; POIATTI, M. L.; BERCHIELLI, S. P. Esporos de *Clostridium botulinum* em mel comercializado no estado de São Paulo e em outros estados brasileiros. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 396-399, 2008.

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

RHEE, K. S.; LUPTON, C.J.; ZIPRIN, Y.A.; RHEE, K.C. Carcass traits of rambouillet and merino x rambouillet lambs and fatty acids profiles of muscle and subcutaneous adipose tissues as affected by new sheep production system. **Meat Science**, v.65, n. 2, p. 693-699, 2003.

RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, H. J. S. S.; MORI, R. M. Carcaça de borregos Ile de France inteiros ou castrados e Hampshire Down castrados abatidos aos doze meses. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 479-482, 2001.

RIBEIRO, J.G.B.L.; MEDEIROS, J. X. Arranjos organizacionais na cadeia produtiva da carne ovina: um estudo de caso no Distrito Federal. **Cadernos do CEAM (UnB)**, v.6, p. 107-162, 2006.

ROBERFROID, M.B. Inulin-Type fructans: functional food ingredients. **Journal of Nutrition**, v.137, p.2493-2502, 2007.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, p.1-16, 2006.

SANTANA, I.; CARDOSO, M.H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p.898-905, 2008.

SANTOS, J. R. S. dos; FILHO, J. M. P.; SILVA, A. M. A. et al . Composição tecidual e química dos cortes comerciais da carcaça de cordeiros Santa Inês terminados em pastagem nativa com suplementação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.12, 2009.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. **Livest. Prod. Sci.**, v.77, n. 7, p. 187-104. 2002.

SANTOS JÚNIOR, L.C.O.; RIZZATTI, R.; BRUNGERA, A.; SCHIAVINI, T.J.; CAMPOS, E.F.M.; NETO, J.F.S.; RODRIGUES, L.B.; DICKEL, E.L.; SANTOS, L.R. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 4, p. 1128-1134, 2009.

SAS, **User's guide statistics**. Cary: INSTITUTE SAS, 2003. 959p.

SENEGALHE, F.B.D.; BURIN, P.C.; FUZIKAWA, I.H.S.; PENHA, D.S; LEONARDO, A.P. Ácidos graxos na carne e gordura de ovinos. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, n.18, p.80-101, 2014.

SILVA, N. JUNQUEIRA, V. C. A. SILVEIRA, N. F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. p. 536.

SIMONOVSKA, B. et al. Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. **Journal of Chromatography A**, v.1016, n.1, p.89-98, 2003.

SIQUEIRA, E.R.; ROÇA, R.O.; FERNANDES, S. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros das raças Hampshire Down, Santa Inês e mestiços Bergamácia x Corriedale abatidos com quatro distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1269-1272, 2002.

SORENSEN, G.; JORGENSEN, S.S.A. Critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und-Forschung**, New York, v.202, n.3, p.205-210, 1996.

SORIO, A. **Carne Ovina: Perspectivas para 2012-2020**, Revista o Berro, Ed. Tropical, Uberaba – MG, n.153, Março, 2012.

SOUZA, W.H.; LEITE, P.R.M. Ovinos de corte. A raça Dorper. João Pessoa: EMEPA, 2000. 76 p.

TAKENAKA, M. Caffeic acid derivatives in the roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.3, p.793-796, 2003.

TOBIN, B.D.; OSULLIVAN, M.G.; HAMILL, R.M.; KERRY, J.P. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. **Meat Science**, v.92, p.659-666, 2012.

VALDERRAMA, M. **El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio**. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa(CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), 2003. 60p.

VALENTOVÁ, K.; ULRICHOVÁ, J. *Smallanthus sonchifolius* and *Lepidium meyenii* – prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases. **Biomedical Papers**, v.147, n.2, p.119-130, 2003.

VANINI, M.; BARBIERI, R.L., CEOLIN, T.; HECK, R.M.; MESQUITA, M.K. Tubérculo andino Yacon e saúde humana, **Ciência Cuidados da Saúde**, v.8, p. 92-96, 2009.

VIANA, J.G.A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, v.4, n.12, 2008.

VIDAL, A. M. A.; DIAS, D. O.; MARTINS, E. S. M. M.; OLIVEIRA, R. S.; NASCIMENTO, R. M. S.; CORREIA, M. G. S. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição de incidências de doenças. **Caderno de Graduação: Ciências Biológicas e da Saúde**, Aracaju, v. 1, n. 15, p. 43-52, 2012.

VILHENA, S.M.C; CÂMARA, F.L.A; KAKIHARA, S.T. O cultivo de yacon no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v.18, n.1, p. 5-8, 2000.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. **Meat Science**, v.85, p.568–576, 2010.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel, Leinfelden-Echterdingen**, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

YETIM, H.; GOKALP, H. Y.; KAYA, M.; YANAR, M.; OCKERMAN, H. W. Physical, chemical and organoleptic characteristics of turkish style frankfurters made with an emulsion containing turkish soy flour. **Meat Science** v.31, p.43-56, 1992.

## 6. CAPÍTULOS

### 6.1. CAPÍTULO 1

#### **PREPARATION OF MUTTON MORTADELLA SUPPLEMENTED WITH YACÓN MEAL (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIA*)**

*Short title: Yacón meal as a potential supplement in mortadella formulations*

#### **ABSTRACT**

Yacón root meal has been used as a supplement in numerous food products and contains several functional constituents with a role in healthcare like fructans (inulin), fructooligosaccharides, and phenolic compounds. Due to appropriate nutritional and sensory attributes, mutton is used in formulations of skin-encased products such as like mortadella. This study evaluated the effect of different yacón meal concentrations on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of four mortadella formulations (F1, F2, F3, and control) prepared with mutton, pork fat, and additives. All formulations met the physicochemical and microbiological standards defined in regulations for mortadella production in Brazil. Control and F1 were the formulations with better acceptance scores, compared with F2 and F3, and observers declared their favorable purchase intention. The results show that mutton mortadella supplemented with yacón meal is a promising alternative in the manufacture of healthier meat products.

#### **PRACTICAL APPLICATIONS**

In view of the increasing need to discover healthier food formulations, yacón meal proved to be a potentially interesting alternative especially concerning diets directed to obese patients. The experimental data obtained may become an important tool in research on food science.

#### **INTRODUCTION**

Several studies have examined the development of new, healthier foods based on the protective effect of substances in foods on human health (Biswas *et al.* 2011, Doménech- Asensi *et al.* 2013, Méndez-Zamora *et al.* 2015). Much research has also looked into the effect of adding nutritional supplements like vitamins, minerals, and bioactive compounds with confirmed physiological functions such as dietary fiber, natural pigments, antioxidant agents, and other additives to foods (Das *et al.* 2009, Jiménez-Colmenero *et al.* 2010, Cardoso *et al.* 2013, Maia Júnior *et al.* 2013). In this scenario, the food

industry faces increasing challenges in the effort to develop and commercialize healthier foods that meet customer requirements more effectively (Vidal *et al.* 2012).

Meat products take an important position in the development of healthier foods, and numerous studies have been carried out to produce innovative formulations that achieve functional status if they perform a specific role in health, in addition to their expected nutritional potential (Yetim *et al.* 1992, Viuda-Martos *et al.* 2010, Dutra *et al.* 2013, Méndez-Zamora *et al.* 2015, Leite *et al.* 2015).

Formulated mostly with pork, mortadella is one of the meat products most consumed by the Brazilian population. But mutton is now considered a viable alternative to pork in the production of several skin-encased products due to its high nutritional and sensory attributes. For example, mutton contains considerable levels of protein and iron besides attractively low levels of lipids, compared to other types of meat. For these reasons, a considerable body of research has placed mutton as a feasible alternative raw material in the production of healthier skin-encased products (Osório *et al.* 2009, Lima Júnior *et al.* 2013, Matos *et al.* 2007, Pelegrini *et al.* 2008, François *et al.* 2009, Santos Júnior *et al.* 2009, Guerra, *et al.* 2012, Burin, *et al.* 2015).

Flours produced from various plant species may also be an attractive alternative as functional ingredients in meat-encased products (Cardoso *et al.* 2013, Maia Júnior *et al.* 2013). The flour produced from yacón (*Smallanthus sonchifolia*) is an interesting candidate in this purpose, since it contains bioactive compounds like fructooligosaccharides (FOS), inulin, and phenolic compounds (Ojansivu *et al.* 2011, Delgado *et al.* 2013). The human organism does not produce any enzyme that hydrolyzes FOS, so these compounds cross the digestive tract unmetabolized, providing low energy levels. Therefore, they become an interesting ingredient in diets aimed to treat obesity and control the chronic conditions associated to the disease (Borges *et al.* 2012).

In other words, the development of new meat products containing alternative ingredients as well as functional compounds becomes fertile ground for research and development of commercially feasible foods. In this context, this study evaluated the effect of different yacón meal concentrations on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of mortadella formulations prepared with mutton and different concentrations of yacón meal.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Study location**

All experimental procedures were carried out in the laboratories of Meat Processing, Applied Chemistry, and Microbiology of the Instituto Federal do Espírito Santo (IFES, Campus de Alegre, ES) and the laboratory of Sensory Analysis of the Center for Agriculture Studies of the Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES, Campus de Alegre, ES).

## Raw materials

The mortadella formulations analyzed were prepared with mutton shoulder steak from Dorper and Santa Inês sheep bred in confinement in Santa Barbara farm in the municipality of Muniz Freire, state of Espírito Santo (ES), Brazil. All animals were slaughtered in an abattoir (Cofril) located in the municipality of Atílio Vivácqua, ES. Meat cuts were inspected and certified for human consumption by the Food Product Survey Service of ES (SIE/IDAF).

The raw material was stored in walk-in freezers at  $-18^{\circ}\text{C}$  upon preparation of formulations. Yacón meal and the other additives were purchased in stores specialized in natural plant products and processed additives used in the manufacture of skin-encased products.

## Preparation of mortadella formulations

Four mortadella formulations were prepared replacing pork fat for different amounts of yacón meal (Control, F1, F2, and F3) according to Guerra *et al.* (2011), with modifications. The preparation followed the food identity standards defined in Brazilian regulations (Yetim *et al.* 1992, Brasil 2000, Allais, 2010, Guerra *et al.* 2012). Percent contents of raw material and additives used in each formulation are shown in Table 1.

Mortadella formulations were prepared according to Guerra *et al.* (2011). The frozen mutton shoulder cuts were thawed at approximately  $4^{\circ}\text{C}$ . Next, mutton and fat were serially ground using a meat grinder equipped with grind plates with 8-mm, 5-mm, and 3-mm outlets. All meat samples were ground three times through each grind plate. Then, mutton, fat, yacón meal, and the other additives were weighed for each formulation and blended in a food processor for approximately 6 min until the material was thoroughly mixed. Mortadella formulations were encased in an appropriate polyethylene bag to cook mortadella purchased in a specialized shop regularly inspected by local health authorities.

The formulations were cooked in a stainless steel mold in a double bath at roughly  $80^{\circ}\text{C}$  until the temperature in the center of mass reached  $74^{\circ}\text{C}$ . After, products were properly labeled, vacuum-packaged in polyethylene bags, and kept at  $4^{\circ}\text{C}$  upon analyses and evaluation of shelf life.

## Physicochemical analysis

Samples of each mortadella formulation were ground and homogenized. Humidity of samples was analyzed in a stove at  $105^{\circ}\text{C}$ , while ash content was determined by incineration in muffle furnace at  $550^{\circ}\text{C}$ . Protein content was assessed using the conventional Kjeldhal method, fat content was determined by direct Soxhlet extraction, dietary fiber content was established by a gravimetric method after acid digestion, and non-nitrogen contents were established by subtraction from the other variables. All physicochemical analyses were carried out according to Cecchi (1999) and AOAC (2000).



### **Instrumental analyses**

Water activity ( $A_w$ ) was estimated by direct reading at approximately 25°C in an  $A_w$  meter (Aqualab TE, Ecagon Devices, Pullman, WA). Also, pH was measured in a potentiometer using 10 g of each mortadella formulation homogenized in distilled water for 5 min (Schott Handylab).

Color was analyzed as described by Ramos and Gomide (2007) using a colorimeter (MiniScan, EX HunterLab) and D65 as illuminant at an observation angle of 10° according to the CIELAB color space. The results were shown as angular coordinates, in which the  $L^*$  axis reflects the lightness of a color ( $L^* = 0$  represents absolute black,  $L^* = 100$  represents absolute white), the  $a^*$  axis represents the green shades ( $-80 < a^* < 0$  represents green,  $0 < a^* < 100$  represents red), and the  $b^*$  axis is for the color yellow ( $-100 < b^* < 0$  represents blue,  $0 < b^* < +70$  represents yellow). The saturation index was calculated using the equation  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .

Texture variables were analyzed based on a Texture Profile Analysis (TPA) in a texturometer (Texture Analyzer, Brookfield) connected to a computer running the software TexturePro CT v.14 Build 17. Briefly, samples of each formulation were cut to 40 x 30 x 30-mm pieces (L x W x H). A 10-kg load was used to compress samples down to 50% of the original height using a 12.5-mm cylindrical probe (TA 10) at 2 mm/s as pretest speed, 3.0 mm/s as test speed, and 3 mm/s as return run. The texture attributes evaluated were: hardness (strength required to compress the sample), cohesiveness (strength the sample is deformed under before breaking), chewiness (strength required to chew before swallowing a food sample), and gumminess (strength needed to break a semisolid food ready to be swallowed) as described by Tobin *et al.* (2012).

### **Microbiological analyses**

The microbiological analyses of samples were carried out according to the official methods adopted by the Brazilian food inspection authority (Brasil 1992) and carried out as proposed by Silva *et al.* (2007). The results were compared **to** the standards stipulated by RDC12 (Brasil 2001) for thermotolerant coliforms at 45°C, coagulase-positive *Staphylococcus*, *Salmonella* sp., and sulphite-reducing clostridia at 46°C.

### **Sensory analysis**

Sensory analysis was conducted following the protocol proposed by Meilgaard (2006). Sixty non-trained observers including students, staff members, and professors of CCA-UFES agreed to taste samples of formulations in a single session, declaring sensory impressions and purchase intention.

## Statistical analyses

The results of the physicochemical analyses were compared using a complete randomized design with four treatments and three repeats for each mortadella formulation (control, F1, F2, and F3). The results were submitted to an analysis of variance (ANOVA), and means of treatments were compared using the Student-Newman-Keuls test and, for sensory analysis, the Tukey test at 5% probability. The analyses were carried out in the Statistical Analysis System (SAS, version 9.2).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Physicochemical analyses

Table 2 shows the results of the composition analysis (humidity, protein, fat, ash, dietary fiber, non-nitrogenated contents), yield, and instrumental analysis (pH, Aw, color, and texture) of the mortadella formulations.

The results show that all mortadella formulations met the mean humidity contents established in Brazilian regulations for the product (65%, Brasil 2000). Humidity levels varied between 54.60% and 56.40%, proteins between 16.00% and 18.80%, fat between 20.13% and 25.10%, ash between 2.50% and 3.10%, dietary fiber between 0% and 1.13%, while non-nitrogenated compounds oscillated from 0% to 2.24%. In general, humidity values decreased with the addition of increasing levels of yacón meal and the reduction of fat contents in formulations. In a previous study, Leite *et al.* (2015) observed that sausages with high humidity levels were formulated with low levels of fat. In the present, even though comparatively high amounts of water were used in F1, F2, and F3, this did not increase humidity levels in samples, probably due to the high water retention capacity of yacón meal.

Minimum protein contents of all formulations were above the minimum acceptable value (12%) established in the Brazilian regulation (Brasil 2000), but the values differed statistically between formulations ( $P > 0.05$ ). Used as stabilizer agent in emulsified food products, proteins affect the water-fat interface, reducing interfacial tension, improving the mixture of these ingredients, and preventing the coalescence of lipids. In other words, proteins are an essential ingredient in the preparation of emulsified skin-encased products with acceptable sensory characteristics (Guerra *et al.* 2012).

Fat levels varied significantly between formulations ( $P > 0.05$ ), as expected. However, it is important to emphasize that the formulations met the maximum acceptable level of fat established in Brazilian regulations (30%, Brasil 2000). According to Guerra *et al.* (2012), lipid level is a very important parameter in mortadella, since fat improves texture and flavor of the product.

The results of the present study also show that, in addition to improving the yield of F1, F2, and F3 compared to the control formulation (which did not include yacón meal), the increasing amounts of yacón meal in these formulations explain the statistically significant differences in the levels of ash, dietary fiber, and non-nitrogenated extract observed. For Mendoza *et al.* (2001) and Barreto (2007), the

addition of dietary fiber to meat products may increase yield, reducing costs, improving texture, and affecting rheological and sensory attributes, especially general appearance and color.

Overall, the percent composition of foods was similar to the values obtained for cooked skin-encased mutton products formulated with yacón meal and flour from other plant species (Huang *et al.* 2011, Dutra *et al.* 2013, Barretto *et al.* 2015, Contado *et al.* 2015, Santos Júnior *et al.* 2017).

Mean pH and  $A_w$  values of formulations did not differ statistically ( $P < 0.05$ ). According to Silva *et al.* (2007),  $A_w$  and pH are the most important quantitative parameters of cooked skin-encased meat products: high values promote the growth of deleterious pathogens, while low values affect texture and flavor negatively. Since  $A_w$  and pH are important determinants of microbial growth, it will be obvious that these parameters are significant for its resistance to spoilage.

In the objective evaluation of color,  $L^*$  values, which represents luminosity (0 = black, 100 = white) varied significantly ( $P > 0.05$ ) between formulations. The higher the amount of yacón meal added, the darker the product obtained. With the lowest  $L^*$  value (51.03), F3 had presented the darkest color, while the control formulation was the lightest, with  $L^*$  of 59.84.

Indicating the intensity of red color in food products ( $-80 < a^* < 0$  represents green,  $0 < a^* < 100$  represents red),  $a^*$  values varied statistically between formulations: the higher the amount of yacón meal added, the lighter the red tone of the product. The control formulation exhibited the most intense tone of red, with  $a^*$  of 12.13. In turn, F3 had the least intense red tone, with  $a^*$  of 9.97.

Similarly,  $b^*$  values ( $-100 < b^* < 0$  represents blue,  $0 < b^* < +70$  represents yellow) observed for the control formulation and F1 varied statistically compared to F2 and F3 ( $P > 0.05$ ). Expressing the intensity of yellow tones in mortadella,  $b^*$  values indicate the intensity of brown tones in meat and meat products (Barreto *et al.* 2007). Therefore, F2 and F3, which were prepared using high percent amounts of yacón meal, were more intensely brown. The influence of  $a^*$  and  $b^*$  values becomes more noticeable when the parameters are evaluated based on  $C^*$ , whose values for the control formulation and F1 varied statistically, compared to F2 and F3 ( $P > 0.05$ ).

The control formulation had the lightest color and the most intense red tone, while F1, F2, and F3 were increasingly darker, which may affect sensory acceptance. But the overall color results obtained were similar, agreeing with the findings published by Conrado *et al.* (2015) in a study that examined ham-like meat products containing yacón meal.

The mean values of texture parameters (hardness, cohesiveness, gumminess, and chewiness) of the mortadella formulations studied did not differ statistically ( $P < 0.05$ ). These findings point to the potential use of yacón meal as a fat replacement, since it did not affect these parameters in formulations.

## Microbiological analyses

Mean counts of thermotolerant coliforms, coagulase-positive *Staphilococcus*, *Salmonella* sp., and sulphite-reducing clostridia are shown in Table 3.

Counts of all microorganisms investigated were below the maximum acceptable levels established in Brazilian regulations (Brasil 2001). The excellent microbiological status of formulations was due to the use of high quality raw materials, the adoption of good manufacturing practices, the inclusion of additives that control the growth of some bacterium species, and the vacuum packaging.

## Sensory analysis

The results of acceptance parameters for the mortadella formulations studied are shown in Figure 1.

The results show that acceptance of the control formulation and F1 were similar for all sensory parameters considered ( $P < 0.05$ ). Except for flavor of F1 (6.7), the mean acceptance scores attributed to all other parameters were higher than 7.0. These formulations could be included in the categories “liked very much” and “liked moderately”. For Dutcosky (2001), a product is considered to have good acceptance when one mean acceptance score is higher than 7.0 for any sensory parameter evaluated.

Mean acceptance scores considering color and overall impression of F2 were lower, compared to the control formulation and F1. Color, texture, and overall impression scores of these formulations varied significantly compared to F2 and F3. Acceptance score of F2 allows including it in the categories “liked moderately” and “liked slightly”.

Acceptance score of F3 was lower ( $P > 0.05$ ) in the parameters color, flavor, texture, and overall impression. Mean acceptance score was 6.0, which means that it can be included in the categories “liked slightly” and “indifferent”. The poor acceptance of F3 is due to its darker color, milder intensity of the red tone, and lower level of fat (which plays an essential role in flavor and texture). So it may be inferred that the percent amount of yacón meal affects texture of mortadella and therefore the acceptance of F3, compared to the other formulations.

The results of the purchase intention test for the formulations studied are shown in Figure 2.

Mean scores in the purchase intention test did not differ statistically ( $P < 0.05$ ) for the control formulation, F1, and F2. Means varied between 3.8 and 3.5, which includes the formulations in the category “probably would buy”. However, with a score of 3.1 F3 differed significantly from the other formulations ( $P > 0.05$ ), and could be included in the category “maybe would buy/maybe would not buy”. Also, F3 had the lowest purchase intention score, and the control formulation, F1, and F2 had good acceptance scores, when observers declared their favorable purchase intention.

## CONCLUSION

The use of mutton and yacón meal is a promising alternative in the manufacture of healthier skin-encased products. The physicochemical and microbiological parameters **varied** between formulations, but all met the minimum percent values established in Brazilian regulations. As a rule, the control formulation and F1 were better accepted compared to F2 and F3, though all were accepted, since observers manifested their favorable purchase intention. It should be stressed that partnerships between research centers and the food industry are essential in the search for innovation toward the development of healthier products with potentially interesting performance on the commercial scale.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank *Instituto Federal do Espírito Santo* (Ifes) and the funding agencies *Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro* (FAPERJ) and *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES).

## REFERENCES

- ALLAIS, I. 2010. Emulsification. In *Handbook of meat processing* (F. Tóldrá, ed.), pp.143-168, Wiley-Blackwell, Iowa.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis of the AOAC International*, Association of Official Analytical Chemists, Virginia.
- BARRETO, A.C.S. 2007. *Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela*. Thesis, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brazil.
- BARRETTO, A.C.S., PACHECO, M.T.B., and POLLONIO, M.A.R. 2015. Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. *Food Sci. Technol.* 35(1), 100-107.
- BISWAS, A.K., KUMAR, V., BHOSLE, S., SAHOO, J, and CHATLI, M.K. 2011. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *Int. J. Livest. Prod.* 2(4), 45-54.
- BORGES, J.T.S., PIROZI, M.R., PAULA, C.D., VIDIGAL, J.G., SILVA, N.A.S., CALIMAN, F.R.B. 2012. Yacon na alimentação humana: aspectos nutricionais, funcionais, utilização e toxicidade. *Sci. Amaz.* 1(3), 3-16.
- BRASIL. 1992. *Manual de métodos microbiológicos para alimentos, 1991/1992 2ª revisão*. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Defesa Animal, Coordenação Geral de Laboratório Animal, Brasília
- BRASIL. 2000. *Instrução normativa n.4, de 31 de março de 2000. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha*. Diário

Oficial da República Federativa do Brasil, 05 abr. 2000, Seção 1, p. 6, Brasília.

- BRASIL. 2001. *RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília.
- BURIN, P.C., MONTESCHIO, J.O., LEONARDO, A.P., VARGAS JUNIOR, F.M., and ALTEMIO, A.D.C. 2015. Análise sensorial de apresuntados elaborados a partir da carne de ovinos pantaneiros de diferentes categorias. *REDVET – Rev. Electr. Vet.* 16(2), 1-12.
- CARDOSO, J.B.N., HENRY, F.C., ALMEIDA, S.B., FERREIRA, K.S. and LADEIRA, S.A. 2013. Characterization of cooked ham containing pectin and potassium chloride. *J Food Process. Preserv.* 37, 100–108.
- CECHI, H.M. 1999. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*, Editora da Unicamp, Campinas.
- CONTADO, E.W.N.F., ROCHA, D.A., QUEIROZ, E.R., ABREU, C.M.P. AND RAMOS, E.M. 2015. Use of yacon flour and fructan extract in the formulation of luncheon meats. *Braz. J. Food Technol.* 18(1), 49-56.
- DAS, A.K., ANJANEYULU, A.S.R., THOMAS, R. and KONDAIAH, N. 2009. Effect of different fats on the quality of goat meat patties incorporated with full-fat soy paste. *J. Muscle. Foods* 20, 37-53.
- DELGADO, G.T.C., TASHIRO, W.M.S.C., MARÓSTICA JÚNIOR, M.R. and PASTORE G.M. 2013. Yacon (*Smallanthus sichifolius*), a functional food. *Plants Foods Hum. Nutr.* 68, 222-228.
- DOMÉNECH-ASENSI, G., GARCÍA-ALONSO, F.J., MARTÍNEZ, E., SANTAELLA, M., MARTÍN-POZUELO, G., BRAVO, S. and PERIAGO, M.J. 2013. Effect of the addition of tomato paste on the nutritional and sensory properties of mortadella. *Meat Sci.* 93, 213–219.
- DUTCOSKY, S.D. 2011. *Análise sensorial de alimentos, 3ª ed.*, Editora Universitária Champagnat, Curitiba.
- DUTRA, M.P., PALHARES, P.C., SILVA, J.R.O., EZEQUIEL, I.P., RAMOS, A.L.S., PEREZ, J.R.O., RAMOS, E.M. 2013. Technological and quality characteristics of cooked ham-type pâté elaborated with sheep meat. *Small Rumin. Res.* 115, 56-61.
- FRANÇOIS, P., PIRES, C.C., GRIEBLER, L., FRANÇOIS, T., SORIANO, V.S. and GALVANI, D.B. 2009. Propriedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte. *Ciênc. Rural* 39(9), 2584-2589.
- GUERRA, I.C.D., FÉLEX, S.S.S., MEIRELES, B.R.L.A., DALMÁS, P.S., MOREIRA, R.T., HONÓRIO, V.G., ... MADRUGA, M.S. 2011. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. *Small Rumin. Res.* 98, 59–63.
- GUERRA, I.C.D., MEIRELES, B.R.L.A., FÉLEX, S.S.S., CONCEIÇÃO, M.L., SOUZA, E.L., BENEVIDES, S.D. and Madruga M.S. 2012. Carne de ovinos de descarte na elaboração de

- mortadelas com diferentes teores de gordura suína. *Ciênc. Rural* [online] *42(12)*, 2288-2294.
- HUANG, S.C., TSAI, Y.F. and CHEN, C.M. 2011. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* *24(6)*, 875–880.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F., COFRADES, S., LÓPEZ-LÓPEZ, I., RUIZ-CAPILLAS, C., PINTADO, T. and SOLAS M.T. 2010. Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. *Meat Sci.* *84(3)*, 356-363.
- LEITE, A., RODRIGUES, S., PEREIRA, E., PAULOS, K., OLIVEIRA, A.F., LORENZO, J.M. and TEIXEIRA, A. 2015. Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels. *Meat Sci.* *105*, 114–120.
- LIMA JÚNIOR, D.M., RANGEL, A.H.N., URBANO, A.S. and MORENO, G.M.B. 2013. Oxidação lipídica e qualidade de carne ovina. *Acta Vet. Bras.* *7(1)*, 14-28.
- MAIA JUNIOR, J.A., HENRY, F.C., VALLE, F.R.A.F., MARTINS, M.L.L., QUIRINO, C.R. and COSTA, R.S. 2013. Reducing fat and sodium content in pork sausage. *Afr. J. Biotechnol.* *12*, 3847-3853.
- ATOS, R.A., MENEZES, C.M., RAMOS, E.M., RAMOS, A.L.S. and GOMIDE, L.A.M. 2007. Efeito do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos fermentados cozidos elaborados a base de carne ovina. *B. CEPPA* *25(2)*, 225-234.
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. 2006. *Sensory Evaluation Techniques. 4<sup>a</sup> ed.*, CRC Press, Boca Ratón.
- MÉNDEZ-ZAMORA, G., GARCÍA-MACÍAS, J.A., SANTELLANO-ESTRADA, E., CHÁVEZ-MARTÍNEZ, A., DURÁN-MELÉNDEZ, L.A., SILVA-VÁZQUEZ, R. and QUINTERO-RAMOS, A. 2015. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Sci. Technol.* *35(1)*, 25-31.
- MENDOZA, E., GARCÍA, M.L., CASAS, C. and SELGAS, M.D. 2001. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Sci.* *57(4)*, 387-393.
- OJANSIVU, I., FERREIRA, C.L. and SALMINEN, S. 2011. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends Food Sci. Technol.* *22*, 40-46.
- OSÓRIO, J.C.S., OSÓRIO, M.T.M. and SAÑUDO, C. 2009. Características sensoriais da carne ovina. *Rev. Bras. Zootec.* *38*, 292-300.
- PELEGRINI, L.F.V., PIRES, C.C., TERRA, N.N., CAMPAGNOL, P.C.B., GALVANI, D.B. and CHEQUIM, R.M. 2008. Elaboração de embutido fermentado tipo salame utilizando carne de ovelhas de descarte. *Ciênc. Tecnol. Alim.* *28(Supl)*, 150-153.
- RAMOS, E.M. and GOMIDE, L.A.M. 2007. *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*, UFV, Viçosa.

- SANTOS JÚNIOR, L.C.O., RIZZATTI, R., BRUNGERA, A., SCHIAVINI, T.J., CAMPOS, E.F.M., NETO, J.F.S., RODRIGUES, L.B., DICKEL, E.L. and SANTOS, L.R. 2009. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. *Ciênc. Anim. Bras.* 10(4), 1128-1134.
- SANTOS JÚNIOR, A.C.S., MAIA JÚNIOR, J.A., HENRY, F.C., OLIVEIRA, D.B., QUIRINO, C.R., MARTINS, M.L.L.... Cabral N.O. 2017. Preparation and physico-chemical characterization of mutton mortadella supplemented with yacón meal. *REDVET – Rev. Electr. Vet.* 18(7), 1-10.
- SAS. 2003. *User's guide statistics*, SAS Institute, Cary.
- SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, N.F.A. 2007. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos, 3 ed*, Livraria Varela, São Paulo.
- TOBIN, B.D., OSULLIVAN, M.G., HAMILL, R.M. and KERRY, J.P. 2012. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physicochemical quality of frankfurters. *Meat Sci.* 92, 659-666.
- VIDAL, A.M.A., DIAS, D.O., MARTINS, E.S.M.M., OLIVEIRA, R.S., NASCIMENTO, R.M.S. and CORREIA, M.G.S. 2012. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição de incidências de doenças. *Cad. Grad.: Ciênc. Biol. Saúde Aracaju* 1(15), 43-52.
- VIUDA-MARTOS, M., RUIZ-NAVAJAS, Y., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. and PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. 2010. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. *Meat Sci.* 85, 568–576.
- YETIM, H., GOKALP, H.Y., KAYA, M., YANAR, M. and OCKERMAN, H.W. 1992. Physical, chemical and organoleptic characteristics of Turkish style frankfurters made with an emulsion containing Turkish soy flour. *Meat Sci.* 31, 43-56.



**TABLE 1. PERCENT AMOUNTS OF RAW MATERIAL AND ADDITIVES USED IN FOUR MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH YACÓN MEAL.**

<b>Raw material</b>	<b>Control</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
Meat	67.00	67.00	67.00	67.00
Fat	30.00	27.00	24.00	21.00
Yacón meal <sup>1</sup>	0.00	1.25	2.50	5.00
Sugar <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10
Salt (NaCl) <sup>3</sup>	2.10	2.10	2.10	2.10
Sodium nitrite <sup>4</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
Emulsifier <sup>5</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30
Color fixer <sup>6</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30
Water	0.00	1.75	3.50	4.00

<sup>1</sup> Natural Life<sup>®</sup> yacón meal

<sup>2</sup> União<sup>®</sup> sugar

<sup>3</sup> Cisne<sup>®</sup> salt

<sup>4</sup> Kura K007 - Doremus<sup>®</sup> curing salt

<sup>5</sup> Ibrac<sup>®</sup> emulsifier

<sup>6</sup> Ibrac<sup>®</sup> color fixer

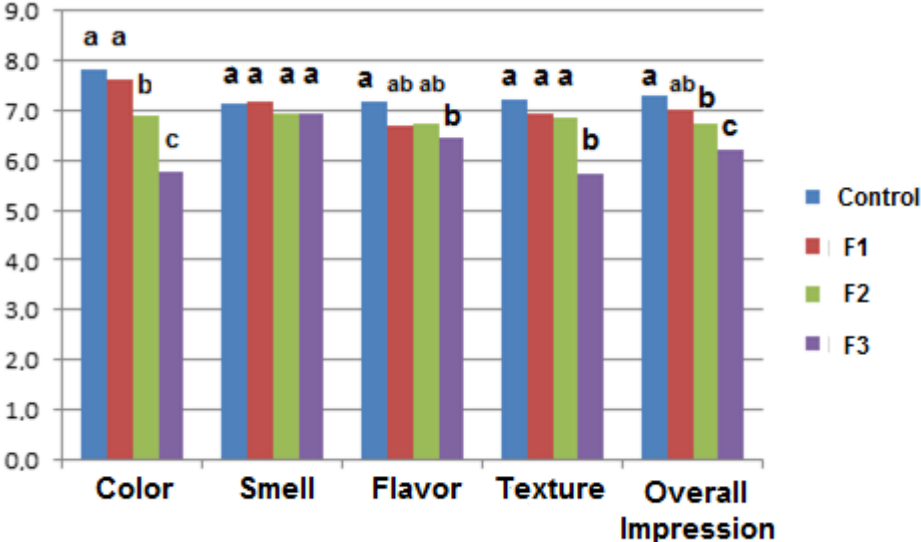
**TABLE 2.** MEANS AND STANDARD DEVIATIONS OF PHYSICOCHEMICAL VARIABLES AND YIELD OF MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF YACÓN MEAL.

Variables	Formulations			
	Control	F1	F2	F3
Moisture (%)	56.40 ± 0.10 <sup>a</sup>	55.00 ± 0.10 <sup>b</sup>	55.16 ± 0.15 <sup>b</sup>	54.60 ± 0.15 <sup>c</sup>
Proteins (%)	16.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	18.23 ± 0.06 <sup>b</sup>	18.43 ± 0.40 <sup>bc</sup>	18.80 ± 0.10 <sup>c</sup>
Fat <sup>#</sup> (%)	25.10 ± 0.10 <sup>a</sup>	23.73 ± 0.15 <sup>b</sup>	22.03 ± 0.38 <sup>c</sup>	20.13 ± 0.15 <sup>d</sup>
Ash (%)	2.50 ± 0.00 <sup>a</sup>	2.50 ± 0.00 <sup>a</sup>	2.60 ± 0.00 <sup>a</sup>	3.10 ± 0.10 <sup>b</sup>
Dietary fiber (%)	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.00 <sup>c</sup>	1.13 ± 0.06 <sup>d</sup>
Non-nitrogenated extract. <sup>##</sup> (%)	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.38 ± 0.06 <sup>c</sup>	2.24 ± 0.06 <sup>d</sup>
Yield (%)	67.83 ± 1.05 <sup>a</sup>	68.30 ± 1.20 <sup>a</sup>	72.06 ± 3.05 <sup>b</sup>	73.70 ± 1.10 <sup>b</sup>
pH	5.97 ± 0.09 <sup>a</sup>	5.87 ± 0.08 <sup>a</sup>	5.87 ± 0.06 <sup>a</sup>	5.86 ± 0.02 <sup>a</sup>
Aw	0.97 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.00 <sup>a</sup>
L*	59.84 ± 0.34 <sup>a</sup>	56.02 ± 0.60 <sup>b</sup>	54.34 ± 0.29 <sup>c</sup>	51.03 ± 0.20 <sup>d</sup>
a*	12.13 ± 0.04 <sup>a</sup>	11.42 ± 0.20 <sup>b</sup>	10.59 ± 0.03 <sup>c</sup>	9.97 ± 0.11 <sup>d</sup>
b*	12.47 ± 0.37 <sup>a</sup>	13.35 ± 0.18 <sup>a</sup>	14.27 ± 0.31 <sup>b</sup>	16.11 ± 0.27 <sup>c</sup>
c*	17.41 ± 0.30 <sup>a</sup>	17.54 ± 0.24 <sup>a</sup>	17.81 ± 0.28 <sup>b</sup>	18.94 ± 0.29 <sup>b</sup>
Hardness	13.65 ± 2.25 <sup>a</sup>	13.39 ± 2.88 <sup>a</sup>	13.51 ± 0.95 <sup>a</sup>	15.27 ± 0.77 <sup>a</sup>
Cohesiveness	0.25 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.33 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.04 <sup>a</sup>
Gumminess	6.26 ± 1.23 <sup>a</sup>	5.41 ± 1.88 <sup>a</sup>	5.96 ± 0.89 <sup>a</sup>	6.54 ± 0.76 <sup>a</sup>
Chewiness	79.60 ± 18.50 <sup>a</sup>	62.40 ± 17.50 <sup>a</sup>	73.66 ± 16.85 <sup>a</sup>	83.16 ± 10.35 <sup>a</sup>

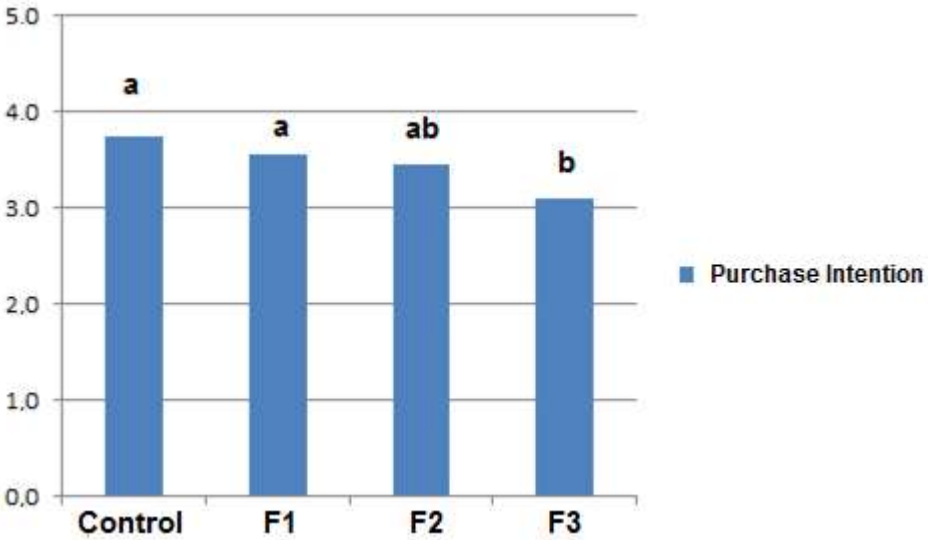
Different letters in the same line indicate statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) in the Student-Newman-Keuls test.

**TABLE 3.** MEANS AND STANDARD DEVIATIONS OF MICROORGANISM COUNTS IN MUTTON MORTADELLA FORMULATED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF YACÓN MEAL.

Microorganisms	Formulations				
	Control	F1	F2	F3	Regulation <sup>a</sup>
Thermotolerant coliforms (MPN/g)*	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 10 <sup>3</sup>
Coagulase-positive <i>Staphylococcus</i> (CFU/g)**	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	3 x 10 <sup>3</sup>
Sulphite-reducing <i>Clostridium</i> at 46°C (CFU/g)**	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella</i> sp.	absent	absent	absent	absent	absence



**FIG. 1.** RESULTS OF ACCEPTANCE PARAMETERS FOR MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF YACÓN MEAL.



**FIG. 2.** RESULTS OF THE PURCHASE INTENTION TEST FOR MUTTON MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF YACÓN MEAL.

## 6.2. CAPÍTULO 2

### PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION, LIPID OXIDATION, AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF MUTTON MORTADELLA SUPPLEMENTED WITH YACÓN MEAL

#### QUALITY OF MORTADELLA SUPPLEMENTED WITH YACÓN MEAL

**Topic Relevance:** This manuscript is relevant for increasing need to discover healthier food formulations, yacón meal proved to be a potentially interesting alternative especially concerning diets healthy. Evaluated the physicochemical characteristics, lipid peroxidation, and microbiological quality of mortadella formulations prepared with mutton and supplemented with different amounts of yacón meal at several stages of the production process may become an important tool in research on food science.

**ABSTRACT:** This study evaluated physicochemical composition, lipid peroxidation, and microbiological quality of three mutton mortadella formulations supplemented with 1.25%, 2.50%, and 5% yacón meal. A control formulation with no yacón meal was included, presenting lighter and more intense red tone compared with the other formulations during the experiment. Lipid peroxidation increased 90 days after processing in all formulations. The pH and Aw values were constant for all formulations at the experimental times stipulated. All formulations met the physicochemical, lipid peroxidation, and microbiological quality standards.

•  
**Practical Application:** Evaluated the physicochemical characteristics, lipid peroxidation, and microbiological quality of mortadella formulations prepared with mutton and supplemented of yacón meal.

**Keywords:** Mutton, mortadella, yacón meal.

#### INTRODUCTION

Aiming to meet the demands and preferences of increasingly health-conscious customers, a considerable number of studies currently address the development of more wholesome foods (Biswas *et al.* 2011; Vidal *et al.* 2012; Cardoso *et al.* 2013; Doménech- Asensi *et al.* 2013; Maia Júnior *et al.* 2013). In this scenario, much research has been dedicated to conceive innovative formulations of meat products. More specifically, such innovation efforts are directed towards the development of products

that may be considered functional, that is, foods that exert beneficial health effects in addition to nutrition potential, becoming useful alternatives in the prevention and treatment of diseases (Yetim *et al.* 1992; Viuda-Martos *et al.* 2010; Dutra *et al.* 2013; Méndez-Zamora *et al.* 2015; Leite *et al.* 2015).

Produced with pork as main ingredient, mortadella is one of the skin-encased meat products most consumed by the Brazilian population. However, today mutton emerges as a feasible alternative in the development of skin-encased products due to the high nutritional and sensory attributes besides the fact that it is not the object of religious restrictions. Mutton has high levels of protein and iron and suitably lower levels of fat, compared to other meat types, gaining preference as ingredient of healthier skin-encased products (Osório *et al.* 2009; Lima Júnior *et al.* 2013).

As a source of bioactive compounds like fructooligosaccharides (FOS), inulin, and phenolic compounds, the flour obtained from the tuberous root yacón (*Smallanthus sonchifolia*) stands as an alternative in the manufacture of healthier skin-encased products and is now considered a functional food (Ojansivu *et al.* 2011; Delgado *et al.* 2013). The explanation is that the human body does not produce enzymes that metabolize FOS, which therefore goes through the digestive track unmetabolized, providing low energy levels and becoming a promising ingredient in foods to obese individuals with associated transmissible diseases (Borges *et al.* 2012). In addition, it should be highlighted that yacón meal is produced by dehydration, which makes it even more interesting as a food ingredient due to the resulting increased shelf-life and the possibility to add it as supplement to a variety of other foods.

Like any other food, the quality of meat products is assessed based on sensory, physicochemical, and microbiological attributes. Yet, percent composition, instrumental analyses that include pH, water activity ( $A_w$ ), color, and texture, as well as the determination of lipid oxidation level also are important parameters supplying essential information concerning nutritional quality and shelf-life (Gomes and Oliveira 2011). For example, as one of the chemical reactions most often observed in foods, lipid peroxidation is the main cause behind the deterioration of several food products. These reactions are triggered by contact with oxygen, when electrons are transferred between molecules and free radicals are produced, oxidizing lipids. The list of negative outcomes of lipid peroxidation includes undesired changes in flavor, smell, overall appearance, physical attributes, and nutritional value, besides shorter shelf-life. Levels of thiobarbituric acid (TBARS) are the main parameter to measure lipid peroxidation in foods (Araújo, 2011).

The control of microbiological contamination is key guaranteeing consumer safety and establishing a food product's shelf-life. Importantly, like any other food product, mortadella is subject to the action of harmful microorganisms, some of which are pathogenic, which reduces shelf-life and increases the risk of food-borne diseases (Franco and Landgraf 2005).

In this context, the present study evaluated the physicochemical characteristics, lipid peroxidation, and microbiological quality of mortadella formulations prepared with mutton and supplemented with different amounts of yacón meal at several stages of the production process.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Study location**

The experiments were carried out in the laboratories of Meat Processing, Applied Chemistry, and Microbiology of the Instituto Federal do Espírito Santo (IFES, Campus de Alegre, ES) and the laboratory of Food Analysis of the Center for Agriculture Studies of the Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES, Campus de Alegre, ES).

### **Raw materials**

The mutton shoulder cuts used were from Santa Inês and Dorper sheep bred in confinement in Santa Barbara farm, municipality of Muniz Freire, state of Espírito Santo (ES), Brazil. All animals were slaughtered in an abattoir (COFRIL) in the municipality of Atílio Vivácqua, ES. All mutton cuts were inspected and certified for human consumption by the Food Product Survey Service of ES (SIE/IDAF).

Mutton cuts were stored in a walk-in freezer at  $-18^{\circ}\text{C}$  upon the production of mortadellas. Yacón meal and the other ingredients used in formulations were purchased in specialized stores selling natural plant products and chemical additives for skin-encased products.

### **Preparation of mortadella formulations**

Three experimental mortadella formulations (F1, F2, F3) were prepared with mutton and different amounts of yacón meal. A control formulation with no yacón meal added was included in experiments.

Preliminary assays and a review of current regulations regarding food quality and identity standards were conducted to define the percent composition of raw materials and other additives in addition to fat reduction percent values and the respective amounts of yacón meal supplemented to mortadella formulations (Yetim *et al.*, 1992; Brasil, 2000; Allais, 2010; Guerra *et al.*, 2012). Percent composition of formulations is presented as percent raw material and additives values in Table 1.

Mortadella formulations were processed according to Guerra *et al.* (2011) with modifications. Initially, the raw material was allowed to thaw under refrigeration at approximately  $4^{\circ}\text{C}$ . Next, mutton and pork fat were ground using a meat grinder with grind plates with 8-mm, 5-mm, and 3-mm outlets. Immediately after mutton, pork fat, yacón meal, and the other additives were weighed and mixed in a food multiprocessor for approximately 6 min upon complete homogenization of the material.



Formulations were encased in polyethylene bags to cook mortadella bought in a certified specialized shop.

The formulations were cooked in a stainless steel mold in a double bath at 80°C until the temperature in the center of mass reached 74°C. Cooked mortadellas were tagged, vacuum-packaged in polyethylene bags, and stored at 4°C upon analysis and shelf-life evaluation.

### **Physicochemical characterization**

Samples of each formulation were ground, combined, and used in the following analyses: (i) moisture (drying in a stove at 105°C), (ii) ash content (incineration in a muffle furnace at 550°C), (iii) protein content (classic Kjeldhal method), (iv) fat content (direct Soxhlet method), (v) dietary fiber (acid digestion and gravimetric analysis), and (vi) non-nitrogen content (by subtraction). All physicochemical analyses were carried out according to Cecchi (1999) and AOAC (2000).

### **Instrumental analysis**

Water activity ( $A_w$ ) was analyzed by direct reading in an  $A_w$  meter (Aqualab TE, Ecagon Devices, Pullman, WA) at roughly 25°C. In the pH analyses, a 10-g sample of mortadella was first homogenized in 100 mL distilled water with shaking for 5 min, and pH was determined in a potentiometer (Schott Handylab).

Color was analyzed in a colorimeter (MiniScan, EX HunterLab) using D65 as illuminant at an observation angle of 10° according to the CIELAB color space. The results were expressed as angular coordinates, in which the  $L^*$  axis indicates the lightness of color ( $L^* = 0$  represents absolute black,  $L^* = 100$  denotes absolute white), the  $a^*$  axis represents the green shades ( $-80 < a^* < 0$  symbolizes green,  $0 < a^* < 100$  symbolizes red), and the  $b^*$  axis is for the color yellow ( $-100 < b^* < 0$  represents blue,  $0 < b^* < +70$  represents yellow). The saturation index was calculated using the equation  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .

The texture parameters evaluated were hardness (strength required to compress the sample), cohesiveness (strength the sample is deformed under before breaking), chewiness (strength required to chew before swallowing a food sample), and gumminess (strength needed to break a semisolid food ready to be swallowed) as described by Tobin *et al.* (2012). Samples were evaluated based on a Texture Profile Analysis (TPA) using a texturometer (Texture Analyzer, Brookfield) connected to a computer in the software TexturePro CT v.14 Build 17. Samples of each mortadella formulation were cut to 40 x 30 x 30 mm (L x W x H) pieces and submitted to a compression test using a 10-kg load. With a 12.5-mm cylindrical probe (TA 10), samples were compressed down to 50% of the original height at 2.0 mm/s, 3.0 mm/s, and 3.0 mm/s as pretest, test, and return run speeds, respectively.

### **Lipid peroxidation**

TBARS levels indicate lipid peroxidation. Thiobarbituric acid is used to quantify levels of malondialdehyde (MDA), a short-chain aldehyde formed by the decomposition of lipid hydroperoxides produced by oxidation reactions. The analyses of mortadella formulations were carried out according to the methodology described by Vyncke (1970) and modified by Sorensen and Jorgensen (1996). Readings were conducted in a spectrophotometer (UV-5100, Kasuaki) at 532 nm against a concentration (x):absorbance (y) curve of 1,1,3,3-tetraethoxypropane, used as standard. Values were expressed as mg MDA/kg.

### **Microbiological analyses**

The microbiological quality of mortadella formulations was analyzed using the methods stipulated by the Brazilian food inspection authority (Brasil 1992) as proposed by Silva *et al.* (2007). The results were compared to the standards specified by RDC12 (Brasil 2001) for thermotolerant coliforms at 45°C, coagulase-positive *Staphylococcus*, *Salmonella* sp., and sulphite-reducing clostridia at 46°C.

### **Statistical analyses**

The results of the physicochemical analyses were compared using a complete randomized design with four treatments and three repeats for each mortadella formulation (control, F1, F2, and F3). The results were submitted to an analysis of variance (ANOVA), and means of treatments were compared using the Student-Newman-Keuls test at 5% probability. The analyses were carried out in the Statistical Analysis System (SAS, version 9.2).

## **RESULTS AND DISCUSSION**

Percent composition of mortadella formulations (moisture, protein, fat, ash, dietary fiber, and non-nitrogen content) and yield are shown in Table 2.

Moisture values varied between 54.60% and 56.40%, proteins from 16.00% to 18.80%, fat between 20.13% and 25.10%, ash between 2.50% and 3.10%, fiber from zero to 1.13%, and non-nitrogenated contents ranged from zero to 2.24%. The results show that the use of fat in formulations affected moisture, protein, and fat content values significantly ( $p > 0.05$ ) between mortadella formulations. On the whole, moisture values decreased with higher yacón meal percent values and lower fat levels in formulations. Leite *et al.* (2015) also observed that frankfurters with high moisture values were prepared with the lowest fat contents. Regarding the moisture content, it is worth noting that the use of potato yacón flour was proportionally higher in the formulations F1, F2 and F3, and the

proportional addition of water in these formulations was necessary in order to avoid changes in the texture of the samples due to the high capacity of water retention (WHC) of yacon potato flour. Moisture contents in all samples were below the 65% maximum acceptable level established by Brazilian regulations.

Despite the statistically significant differences in protein levels between formulations ( $p > 0.05$ ), all met the minimum 12% value established in Brazilian legislation. As stabilizing agent in the formulation of emulsified food products, proteins are active on the lipid-water interface, reducing interface tension and improving mixing of ingredients. Proteins also prevent the coalescence and loss of lipids, playing an essential role concerning acceptable sensory traits of emulsified skin-encased products (Guerra *et al.* 2012).

Fat levels also varied significantly between formulations ( $p > 0.05$ ). Although this result was expected due to the decreasing amounts used in F1, F2, and F3, in that order, all formulations met the 30% maximum acceptable level defined in Brazilian regulations (Brasil, 2000). For Guerra *et al.* (2012), lipid levels are extremely important to ensure that the product will have its peculiar sensory traits, directly affecting texture and flavor.

The results of the present study also show that increasing amounts of yacón meal induced significant differences ( $p > 0.05$ ) in ash, dietary fiber, and non-nitrogenated contents, improving yield of all formulations, compared to the control, which did not include yacón meal. According to Mendoza *et al.* (2001) and Barreto (2007), the addition of dietary fiber to meat products may improve yield, reducing costs of a formulation, improving texture, and influencing rheological and sensory behavior, especially appearance and color.

Overall, the percent composition of the formulations developed in the present study is similar to the values obtained for various cooked skin-encased products prepared with mutton and yacón meal and flour from other vegetables (Huang *et al.*, 2011; Dutra *et al.*, 2013; Barretto *et al.*, 2015; Contado *et al.*, 2015; Santos Júnior *et al.*, 2017).

Fig. 1 show the variation of pH values of mortadella formulations prepared with mutton and yacón meal 10, 45, 90, and 120 days after processing.

In the present study, pH varied between 5.86 and 6.11. Overall, all formulations exhibited similar pH curves. The exceptions were formulations F2 and F3, which pH values were slightly higher than that of control on day 90 and 120 after processing ( $p > 0.05$ ). Interestingly, Aw values did not vary statistically between formulations throughout the experiment, remaining constant at 0.97 ( $p < 0.05$ ). For Guerra *et al.* (2011), pH and Aw are important quantitative parameters in cooked skin-encased meat products, since high values promote the development of undesired microorganisms, while low figures affect texture and flavor negatively.

The color curves of formulations constructed with data obtained on days 10, 45, 90, and 120 days after processing are shown in Table 3.

In the color analysis,  $L^*$  values (which represent luminosity; 0 = black, 100 = white) of formulations differed statistically ( $p > 0.05$ ) with time. The results show that the highest the amount of yacón meal admixed, the darker were the mortadella formulations. While F3, which was prepared with the highest amount of yacón meal presented the darkest color, the control formulation (with no yacón meal) presented the lightest. It was also observed that all formulations became mildly darker as experimental time advanced, with statistically significant differences ( $p > 0.05$ ) 90 days after processing. Also, the admixture of different fat levels also affected color, making lighter mortadella, which may therefore explain the differences in  $L^*$  values observed for formulations. Sánchez-Rodríguez (2001) claimed that water and lipid contents may affect  $L^*$  values considerably, as observed in the present study. For example, the control formulation, which contained no yacón meal and had the highest amount of added fat, presented the lightest hue.

Indicating intensity of red hues ( $80 < a^* < 0$  represents green,  $0 < a^* < 100$  represents red),  $a^*$  values differed statistically between samples throughout the experiment ( $p > 0.05$ ). This difference was directly proportional to the amount of yacón meal added to each formulation, when high yacón meal contents produced lighter mortadella. Moreover, the intensity of red color decreased in all experimental formulations with time, and differed statistically from the control formulation ( $p > 0.05$ ).

Statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) was also observed for  $b^*$  values ( $-100 < b^* < 0$  represents blue,  $0 < b^* < +70$  represents yellow) between formulations during the experiment. The highest the amount of yacón meal added, the highest were  $b^*$  values of formulations. But a decrease in  $b^*$  values was also observed, only for F2 and F3 on days 120 and 45 after processing. It should be highlighted that  $b^*$  values express intensity of yellow color. Yet, in the analysis of meat products the parameter represents brown hues (Barreto 2007). Therefore, F2 and F3, which were prepared with the intermediate and the high contents of yacón meal, respectively, presented more intense brown hues. The effect of  $a^*$  and  $b^*$  becomes more apparent when the parameters are evaluated based on the saturation index,  $C^*$ . Overall,  $C^*$  values decreased ( $p > 0.05$ ) for all formulations during 120 days into storage.

For Zeola *et al.* (2017), color of skin-encased products is the most important quality parameter the consumer assesses as of purchase, determining the choice made. Overall, the control formulation was the lightest and reddest, while the other formulations became darker and lost intensity of red color with time, which may affect sensory acceptability. However, the overall color results obtained were similar, as observed by Conrado *et al.* (2015) in a study that examined ham-like meat products formulated with yacón meal.

Table 4 shows texture values of mortadella formulations 10, 45, 90, and 120 days after processing.

In general, mean values of the texture parameters evaluated (hardness, cohesiveness, gumminess, and chewiness) varied between formulations but with no statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) 10 days after processing. However, these values increased statistically ( $p > 0.05$ ) 45 days into storage, remaining high until the end of experiment (120 days after processing).

These results indicate that yacón meal increases hardness of mortadella, possibly due to the incorporation of its particles into the protein matrix of the product, strengthening the chemical bonds during cooking (Viuda-Martos *et al.* 2009). But high hardness values are also caused by low fat contents; in other words, since yacón meal is added as a replacement to fat, this supplementation has to be well calculated considering these two factors to maintain hardness values within expected standards (Horita *et al.* 2011).

According to Cardoso *et al.* (2015), hardness of meat products is associated with the quality of fiber introduced in formulations. Similar results were observed in the present study, since the amounts of yacón meal used in each formulation efficiently replaced fat, without affecting the main characteristics of the product.

Research has shown that various kinds of dietary fiber may be used in food formulations due to their nutritional features, like levels of pectin, FOS, and inulin (Garcia *et al.* 2007; Fernandez-López (2008). Importantly, FOS are technologically interesting soluble fibers, forming gel and improving emulsion stability (Contado *et al.* 2015).

The TBARS values of the mortadella formulations prepared and analyzed in the present study are shown in Table 6. The parameter is the most commonly used to determine lipid peroxidation in meat products, when MDA levels in samples reach between 0.5 mg/kg and 2.0 mg/kg. MDA levels in mortadella formulations remained constant until day 10 after processing, with no statistically significant differences ( $p < 0.05$ ). Starting on day 90 into storage, TBARS levels increased in all formulations. But on day 120, TBARS levels of F1 and the control formulation were significantly higher ( $p < 0.05$ ) compared to F2 and F3, which were prepared with the intermediate and high levels of yacón meal used in this study.

Despite the variation in lipid peroxidation levels, the TBARS values obtained indicate that the addition of yacón meal did not significantly influence the fast oxidative changes observed in products soon after processing. But 120 days after processing, F2 and F3 had lower TBARS values, showing that yacón meal may in fact be a useful ingredient to prevent oxidative changes during the storage of mortadella.

Lipid peroxidation is an inevitable chemical phenomenon observed during the storage of meat products. However, it may be inhibited adding antioxidants that lend greater stability, preventing the oxidative rancidness of fats and changes in sensory attributes. In this sense, yacón meal is an interesting source of phenolic compounds, mainly chlorogenic acid, which may play an antioxidant role (Santana

and Cardoso 2008). Furthermore, the antioxidant power of phenolic compounds has been associated with the hydroxyl group bound to the aromatic ring, to which it donates the electrons of its hydrogen atom, neutralizing free radicals (Rahda Krishnan *et al.* 2014).

The results of the present study are similar to those published by Teixeira (2011) in a paper that confirmed the antioxidant effect of yacón meal in ham-like skin encased products. For Whu *et al.* (2008) and Prior *et al.* (2003) this antioxidant effect of yacón meal is induced by heating or cooking mortadella formulations, which in turn promotes proteolysis. In addition to that, the actual proteins present in mortadella formulations may have antioxidant effect as well. For example, the dipeptide carnosine has a hydrophilic group whose antioxidant activity is comparable to that of ferulic acid, a phenolic compound. It may therefore be assumed that the proteolysis reactions occurring during storage are behind the similar antioxidant activity of samples of mortadella formulations in the present study. The exceptions were F1 and the control formulation, which had higher antioxidant activity values on day 120 after processing. It should be emphasized that these formulations contained comparatively high levels of fat, making them more vulnerable to lipid peroxidation.

Plant-based curing agents have been signaled as an alternative replacement of chemical additives in cured food products (Santamaria 2006). One of the advantages of plant extracts is the ability to improve quality and shelf-life of products with no need for other additives. The antioxidant effect of these compounds stabilizes fat, preventing rancidness. In addition, this effect is equivalent to that exhibited by conventional, commercial products, making them a healthier ingredient of meat products.

Mean bacterial counts of thermotolerant coliforms, coagulase-positive *Staphylococcus*, sulphite-reducing *Clostridium*, and *Salmonella* are shown in Table 5.

Mortadella is a cooked meat product with a shelf-life of 60 days when stored at 4°C. In the present study, all microbiological counts were below the maximum acceptable values defined by Brazilian regulations 120 days into storage. Such results are similar to what has been observed in other works (Guerra *et al.* 2011; Cardoso *et al.* 2013; Brasil 2011). The excellent microbiological quality of the mortadella formulations analyzed is a direct consequence of the quality of the raw materials used, besides the adoption of good manufacturing practices, the use of additives that prevent the growth of deleterious microorganisms, and the vacuum-packaging system employed to store mortadellas.

Brazilian regulations require the use of curing salts like potassium or sodium nitrite or nitrate, for instance, in the formulations of meat products to ensure microbiological safety, reduce lipid and protein peroxidation, and improve sensory attributes. But curing agents, like compounds present in yacón meal, for instance, also play a role in the color of mortadella formulations, and are used together with antioxidants improve flavor, maintaining sensory quality, and prolonging shelf life (Pardi *et al.* 1996; Brasil 2000).

## CONCLUSION

All four formulations met the quality criteria about percent composition and microbiological standards. Also, pH and Aw values were constant for all formulations at the experimental times stipulated. The exceptions were F2 and F3, which pH values were slightly increased on day 90 after processing. The color of the control formulation was lighter and of a more intense tone, compared to the other formulations, which became darker and less red with time. In general, mean values of the texture parameters evaluated (hardness, cohesiveness, gumminess, and chewiness) varied between formulations 45 days into storage, remaining high until the end of experiment (120 days after processing). Lipid peroxidation increased 90 days after processing in all formulations and, 120 days after processing, F1 and the control formulation had statistically higher lipid peroxidation.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) and the funding agencies Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## REFERENCES

- ALLAIS, I. 2010. Emulsification. In: TÓLDRÁ, F. (Ed.). *Handbook of meat processing*. Iowa: Wiley-Blackwell, p. 143-168.
- ARAÚJO, J.M.A. 2011. *Química de Alimentos: Teoria e Prática, 5ª ed.* Viçosa: Editora UFV.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2000. *Official methods of analysis of the AOAC International*. Virginia: AOAC.
- BARRETO, A.C.S. 2007. *Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela*. PhD thesis, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil.
- BARRETTO, A.C.S., PACHECO, M.T.B. and POLLONIO, M.A.R. 2015. Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. *Food Sci. Technol.* 35,100-107.
- BISWAS, A.K., KUMAR, V., BHOSLE, S., SAHOO, J. and CHATLI, M.K. 2011. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *Internat. J. Livestock Prod.* 2, 45-54.

- BORGES, J.T.S, PIROZI, M.R., PAULA, C.D., VIDIGAL, J.G., SILVA, N.A.S. and CALIMAN, F.R.B. 2012. Yacon na alimentação humana: aspectos nutricionais, funcionais, utilização e toxicidade. *Scient. Amazon. 1*, 3-16.
- BRASIL. 1992. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Defesa Animal. *Manual de métodos microbiológicos para alimentos*. Coordenação Geral de Laboratório Animal. 1991/1992 2ª revisão.
- BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução normativa n.4, de 31 de março de 2000. *Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p. 6.
- BRASIL. 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. *Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001.
- CARDOSO, J.B.N., HENRY, F.C., ALMEIDA, S.B., FERREIRA, K.S., LADEIRA S.A. 2013. Characterization of cooked ham containing pectin and potassium chloride. *J. Food Proc. Preserv.* 37, 100–108.
- CECHI, H.M. 1999. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.
- CONTADO, E.W.N.F., ROCHA, D.A., QUEIROZ, E.R., ABREU, C.M.P. and RAMOS, E.M. 2015. Use of yacon flour and fructan extract in the formulation of luncheon meats. *Braz. J. Food Technol.* 18, 49-56.
- DELGADO, G.T.C, TASHIRO, W.M.S.C., MARÓSTICA JÚNIOR, M.R. and PASTORE, G.M. 2013. Yacon (*Smallanthus sichifolius*): a functional food. *Plants Foods Hum. Nutr.* 68, 222-228.
- DOMÉNECH-ASENSI, G., GARCÍA-ALONSO, F.J., MARTÍNEZ, E., SANTAELLA, M., MARTÍN-POZUELO, G., BRAVO, S. and PERIAGO, M.J. 2013. Effect of the addition of tomato paste on the nutritional and sensory properties of mortadella. *Meat Sci.* 93, 213–219.
- DUTRA, M.P., PALHARES, P.C., SILVA, J.R.O., EZEQUIEL, I.P., RAMOS, A.L.S., PEREZ, J.R.O. and RAMOS, E.M. 2013. Technological and quality characteristics of cooked ham-type pâté elaborated with sheep meat. *Small Rumin. Res.* 115, 56-61.
- FERNANDEZ-LOPEZ, J., SENDRA, E., SAVAS-BARBERA, E., NAVARRO, C. and PEREZ-ALVAREZ, J.A. 2008. Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichon” (Spanish dry – fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Sci.* 80, 410-417.
- FRANCO, B.D.G.M. and LANDGRAF, M. 2005. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu.



- GARCÍA, M.L., DOMINGUEZ, R., GALVEZ, M.D., CASAS, C. and SELGAS, M.D. 2002. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Sci.* 60, 227-236.
- GARCÍA, M.L., CÁCERES, E. and SELGAS, M.D. 2007. Utilization of fruit fibers in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. *J. Scie. Food Agric.* 87, 624–631.
- GOMES, J.C. and OLIVEIRA, G.O. 2011. *Análises físicas químicas de alimentos*. Viçosa/MG: Editora UFV.
- GRAY, J.I., PEARSON, A.M. 1987. Rancidity and warmed-over flavor. In: PEARSON, A.M. and DUSTON, T.R. (Eds.) *Restructured meat and poultry products, advances in meat research*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- GUERRA, I.C.D., FÉLEX, S.S.S, MEIRELES, B.R.L.A, DALMÁS, P.S., MOREIRA, R.T., HONÓRIO, V.G., MORGANO, M.A., MILANI, R.F., BENEVIDES, S.D., QUEIROGA, R.C.R.E. and MADRUGA, M.S. 2011. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. *Small Rumin. Res.* 98, 59–63.
- GUERRA, I.C.D., MEIRELES, B.R.L.A, FÉLEX, S.S.S, CONCEIÇÃO, M.L., SOUZA, E.L., BENEVIDES, S.D. and MADRUGA, M.S. 2012. Carne de ovinos de descarte na elaboração de mortadelas com diferentes teores de gordura suína. *Ciên. Rural* [online], 42, 2288-2294.
- HORITA, C.N., MORGANO, M.A., CELEGHINI, R.M.S. and POLLONIO, M.A.R. 2011. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Sci.* 89, 426-433.
- HUANG, S.C., TSAI, Y.F., and CHEN, C.M. 2011. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24, 875 – 880.
- LEITE, A., RODRIGUES, S., PEREIRA, E., PAULOS, K., OLIVEIRA, A.F., LORENZO, J.M. and TEIXEIRA, A. 2015. Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels. *Meat Sci.* 105, 114–120.
- LIMA JÚNIOR, D.M., RANGEL, A.H.N., URBANO, S.A. and MORENO, G.M.B. 2013. Oxidação lipídica e qualidade de carne ovina. *Acta Vet. Bras.* 7, 14-28, 2013.
- MAIA JUNIOR, J.A., HENRY, F.C., VALLE, F.R.A.F., MARTINS, M.L.L., QUIRINO, C.R. and COSTA, R.S. 2013. Reducing fat and sodium content in pork sausage. *African J. Biotechnol.* 12, 3847-3853.
- MÉNDEZ-ZAMORA, G., GARCÍA-MACÍAS, J.A., SANTELLANO-ESTRADA, E., CHÁVEZ-MARTÍNEZ, A., DURÁN-MELÉNDEZ, L.A, SILVA-VÁZQUEZ, R. and QUINTERO-RAMOS,

- A. 2015. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Sci. Technol.* 35, 25-31.
- MENDOZA, E., GARCÍA, M.L., CASAS, C. and SELGAS, M.D. 2001. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Sci.* 57, 387-393.
- OJANSIVU, I., FERREIRA, C.L and SALMINEN, S. 2011. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends Food Sci. Technol.* 22, 40-46.
- OSÓRIO, J.C.S., OSÓRIO, M.T.M. and SAÑUDO, C. 2009. Características sensoriais da carne ovina, *Rev. Bras. Zootec.* 38, 292-300.
- PARDI, M.C. *et al.* 1996. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*, v. 2. Goiânia: CEGRAF/UFG.
- PRIOR, R.L., HOANG, H., GU, L., WU, X., BACCHIOCCA, M. and HOWARD, L. 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL) of plasma and other biological and food samples. *J. Agric. Food Chem.* 51, 3273–3279.
- RADHA KRISHNAN, K., BABUSKIN, S., AZHAGU, P.S.B., SASIKALA, M., SABINA, K., ARCHANA, G., SIVARAJAN, M. and SUKUMAR, M. 2014. Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *Int. J. Food Microbiol.* 171, 32-40.
- RAMOS, E.M. and GOMIDE, L.A.M. 2007. *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*. Viçosa, MG: UFV.
- SANTAMARIA, P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 86, 10–17.
- SANTANA, I. and CARDOSO, M.H. 2008. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. *Ciênc. Rural* 30, 898-905.
- SANTOS JÚNIOR, A.C.S., MAIA JÚNIOR, J.A, HENRY, F.C., OLIVEIRA, D.B., QUIRINO, C.R., MARTINS, M.L.L, MOULIN, M.M. and CABRAL, N.O. 2017. Preparation and physico-chemical characterization of mutton mortadella supplemented with yacón meal. *REDVET – Rev. Electr. Vet.* 18, 1-10.
- SAS. 2009. *User's guide statistics*. Cary: INSTITUTE SAS.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M.E. 2001. Parâmetros de color de jamón ibérico de bellota Guijuelo al final del período de maduración. *Aliment.* 1, 33-39.
- SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C.A. and SILVEIRA, N.F.A. 2007. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*, 3 ed. São Paulo: Livraria Varela.
- TEIXEIRA, J.T. 2010. *Elaboração de apresuntado formulado com farinha e extrato de yacon (Smallanthus sonchifolius)*. MSc dissertation, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil.

- SORENSEN, G. and JORGENSEN, S.S.A. 1996. Critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. New York* 202, 205-210.
- TOBIN, B.D., OSULLIVAN, M.G., HAMILL, R.M. and KERRY, J.P. 2012. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. *Meat Sci.* 92, 659-666.
- VIDAL, A.M.A., DIAS, D.O., MARTINS, E.S.M.M., OLIVEIRA, R.S., NASCIMENTO, R.M.S. and CORREIA, M.G.S. 2012. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição de incidências de doenças. *Cad. Grad. Ciênc. Biol. Saúde Aracaju* 1, 43-52.
- VIUDA-MARTOS, M., RUIZ-NAVAJAS, Y., FERNÁNDEZ-LÓPEZ and J., PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A. 2010. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. *Meat Sci.* 85, 568–576.
- VYNCKE, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Scifen Anstrichmittel, Leinfelden-Echterdingen* 72, 1084-1087.
- WU, C., DUCKETT, S.K., NEEL, J.P.S., FONTENOT, J.P. and CLAPHAM, W.M. 2008. Influence of finishing systems on hydrophilic and lipophilic oxygen radical absorbance capacity (ORAC) in beef. *Meat Sci.* 80, 662–667.
- YETIM, H., GOKALP, H.Y., KAYA, M., YANAR, M. and OCKERMAN, H.W. 1992. Physical, chemical and organoleptic characteristics of Turkish style frankfurters made with an emulsion containing turkish soy flour. *Meat Sci.* 31, 43-56.
- ZEOLA, N.M.B.L., SOUZA, P.A., SOUZA, H.B.A, SILVA SOBRINHO, A.G. and BARBOSA, J.C. 2007. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 59,1058-1066.

**TABLE 1. RAW MATERIAL AND ADDITIVE PERCENT COMPOSITION OF MUTTON MORTADELLA FORMULATIONS SUPPLEMENTED WITH YACÓN MEAL.**

<b>Raw material</b>	<b>Control</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
Mutton	67.00	67.00	67.00	67.00
Fat	30.00	27.00	24.00	21.00
Yacón meal <sup>1</sup>	0.00	1.25	2.50	5.00
Sugar <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10
Salt (NaCl) <sup>3</sup>	2.10	2.10	2.10	2.10
Sodium nitrite <sup>4</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
Emulsifier <sup>5</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30
Color fixer <sup>6</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30
Water	0.00	1.75	3.50	4.00

<sup>1</sup> Natural Life<sup>®</sup> yacón meal

<sup>2</sup> União<sup>®</sup> sugar

<sup>3</sup> Cisne<sup>®</sup> salt

<sup>4</sup> Kura K007 - Doremus<sup>®</sup> curing salt

<sup>5</sup> Ibrac<sup>®</sup> emulsifier

<sup>6</sup> Ibrac<sup>®</sup> color fixer

**TABLE 2.** PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS AND YIELD (MEAN  $\pm$  STANDARD DEVIATION) OF MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH MUTTON AND SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF YACÓN MEAL.

Parameters	Formulations			
	Control	F1	F2	F3
Moisture (%)	56.40 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	55.00 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>	55.16 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>	54.60 $\pm$ 0.15 <sup>c</sup>
Proteins (%)	16.00 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	18.23 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	18.43 $\pm$ 0.40 <sup>bc</sup>	18.80 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>
Fat (%)	25.10 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	23.73 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup>	22.03 $\pm$ 0.38 <sup>c</sup>	20.13 $\pm$ 0.15 <sup>d</sup>
Ash (%)	2.50 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	2.50 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	2.60 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	3.10 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup>
Dietary fiber (%)	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.30 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>	0.40 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>	1.13 $\pm$ 0.06 <sup>d</sup>
Non-nitrogenated content (%)	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.24 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	1.38 $\pm$ 0.06 <sup>c</sup>	2.24 $\pm$ 0.06 <sup>d</sup>
Yield (%)	67.83 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>	68.30 $\pm$ 1.20 <sup>a</sup>	72.06 $\pm$ 3.05 <sup>b</sup>	73.70 $\pm$ 1.10 <sup>b</sup>

Values followed by different lowercase letters on the same line indicate statistically significant differences ( $P > 0.05$ ) in the Student-Newman-Keuls test.

**TABLE 3.** COLOR (MEANS  $\pm$  STANDARD DEVIATION) OF MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH MUTTON AND SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF YACÓN MEAL 10, 45, 90, AND 120 DAYS AFTER PROCESSING.

Parameters/days	Formulations			
	Control	F1	F2	F3
<b>L*</b>				
10 days	59.84 $\pm$ 0.34 <sup>Aa</sup>	56.02 $\pm$ 1.60 <sup>Ab</sup>	54.34 $\pm$ 0.69 <sup>Ac</sup>	51.03 $\pm$ 0.20 <sup>Ad</sup>
45 days	60.18 $\pm$ 0.67 <sup>Aa</sup>	56.86 $\pm$ 0.19 <sup>Ab</sup>	55.14 $\pm$ 0.47 <sup>Ac</sup>	51.41 $\pm$ 0.32 <sup>Ad</sup>
90 days	58.35 $\pm$ 0.16 <sup>Ba</sup>	54.10 $\pm$ 1.51 <sup>Bb</sup>	51.73 $\pm$ 0.63 <sup>Bc</sup>	50.30 $\pm$ 0.31 <sup>Bd</sup>
120 days	55.57 $\pm$ 1.48 <sup>Ca</sup>	55.68 $\pm$ 1.68 <sup>Ba</sup>	52.38 $\pm$ 0.80 <sup>Bb</sup>	50.12 $\pm$ 0.21 <sup>Bc</sup>
<b>a*</b>				
10 days	12.13 $\pm$ 0.04 <sup>Aa</sup>	11.42 $\pm$ 0.20 <sup>Ab</sup>	10.59 $\pm$ 0.03 <sup>Ac</sup>	9.97 $\pm$ 0.11 <sup>Ad</sup>
45 days	12.09 $\pm$ 0.21 <sup>Aa</sup>	10.84 $\pm$ 0.13 <sup>Bb</sup>	10.13 $\pm$ 0.18 <sup>Bc</sup>	8.26 $\pm$ 0.15 <sup>Bd</sup>
90 days	11.90 $\pm$ 0.12 <sup>Aa</sup>	10.95 $\pm$ 0.06 <sup>Bb</sup>	10.37 $\pm$ 0.12 <sup>Bc</sup>	7.89 $\pm$ 0.09 <sup>Cd</sup>
120 days	11.97 $\pm$ 0.21 <sup>Aa</sup>	9.79 $\pm$ 0.15 <sup>Cb</sup>	8.63 $\pm$ 0.06 <sup>Cc</sup>	6.56 $\pm$ 0.38 <sup>Dd</sup>
<b>b*</b>				
10 days	12.37 $\pm$ 0.37 <sup>Aa</sup>	13.35 $\pm$ 0.18 <sup>Ab</sup>	14.27 $\pm$ 0.31 <sup>Ac</sup>	16.11 $\pm$ 0.27 <sup>Ad</sup>
45 days	12.10 $\pm$ 0.30 <sup>Aa</sup>	13.50 $\pm$ 0.34 <sup>Ab</sup>	14.01 $\pm$ 0.12 <sup>Ac</sup>	14.07 $\pm$ 0.17 <sup>Bc</sup>
90 days	12.24 $\pm$ 0.17 <sup>Aa</sup>	13.07 $\pm$ 0.15 <sup>Ab</sup>	14.20 $\pm$ 0.31 <sup>Ac</sup>	12.75 $\pm$ 1.28 <sup>Cb</sup>
120 days	12.04 $\pm$ 0.44 <sup>Aa</sup>	12.92 $\pm$ 0.34 <sup>Ab</sup>	12.63 $\pm$ 0.15 <sup>Bb</sup>	11.89 $\pm$ 0.82 <sup>Cc</sup>
<b>c*</b>				
10 days	17.41 $\pm$ 0.30 <sup>Aa</sup>	17.54 $\pm$ 0.24 <sup>Aa</sup>	17.81 $\pm$ 0.28 <sup>Aa</sup>	18.94 $\pm$ 0.29 <sup>Ab</sup>
45 days	17.10 $\pm$ 0.35 <sup>Aa</sup>	17.39 $\pm$ 0.23 <sup>Aa</sup>	17.58 $\pm$ 0.27 <sup>Aa</sup>	16.33 $\pm$ 0.21 <sup>Bb</sup>
90 days	16.94 $\pm$ 0.42 <sup>Aa</sup>	16.99 $\pm$ 0.05 <sup>Ba</sup>	17.29 $\pm$ 0.14 <sup>Ab</sup>	15.00 $\pm$ 0.41 <sup>Cc</sup>
120 days	16.19 $\pm$ 0.20 <sup>Ba</sup>	16.21 $\pm$ 0.35 <sup>Ca</sup>	15.30 $\pm$ 0.08 <sup>Bb</sup>	13.59 $\pm$ 0.42 <sup>Dc</sup>

Values followed by different capital letters in the same column and values in lowercase letters on the same line indicate statistically significant differences ( $P > 0.05$ ) in the Student-Newman-Keulstest.

**TABLE 4.** TEXTURE (MEANS  $\pm$  STANDARD DEVIATION) OF MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH MUTTON AND SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF YACÓN MEAL 10, 45, 90, AND 120 DAYS AFTER PROCESSING.

Parameters/ days	Formulations			
	Control	F1	F2	F3
<b>Hardness</b>				
10 days	13.65 $\pm$ 2.25 <sup>Aa</sup>	13.39 $\pm$ 2.88 <sup>Aa</sup>	13.51 $\pm$ 0.95 <sup>Aa</sup>	15.27 $\pm$ 0.77 <sup>Aa</sup>
45 days	25.39 $\pm$ 1.16 <sup>Bb</sup>	25.70 $\pm$ 1.48 <sup>Bb</sup>	27.24 $\pm$ 3.47 <sup>Bb</sup>	24.66 $\pm$ 0.80 <sup>Bb</sup>
90 days	26.22 $\pm$ 0.64 <sup>Bb</sup>	26.62 $\pm$ 4.52 <sup>Bb</sup>	28.10 $\pm$ 0.87 <sup>Bb</sup>	27.34 $\pm$ 0.01 <sup>Cb</sup>
120 days	25.27 $\pm$ 2.67 <sup>Bb</sup>	30.05 $\pm$ 2.56 <sup>Cb</sup>	27.33 $\pm$ 0.74 <sup>Bb</sup>	27.36 $\pm$ 2.07 <sup>Cb</sup>
<b>Cohesiveness</b>				
10 days	0.25 $\pm$ 0.03 <sup>Aa</sup>	0.27 $\pm$ 0.08 <sup>Aa</sup>	0.33 $\pm$ 0.08 <sup>Ab</sup>	0.30 $\pm$ 0.04 <sup>Ab</sup>
45 days	0.29 $\pm$ 0.02 <sup>Bb</sup>	0.39 $\pm$ 0.05 <sup>Bc</sup>	0.42 $\pm$ 0.01 <sup>Bc</sup>	0.41 $\pm$ 0.01 <sup>Bc</sup>
90 days	0.37 $\pm$ 0.03 <sup>Cc</sup>	0.35 $\pm$ 0.07 <sup>Bc</sup>	0.40 $\pm$ 0.01 <sup>Bc</sup>	0.39 $\pm$ 0.06 <sup>Bc</sup>
120 days	0.37 $\pm$ 0.08 <sup>Cc</sup>	0.40 $\pm$ 0.01 <sup>Bc</sup>	0.40 $\pm$ 0.06 <sup>Bc</sup>	0.40 $\pm$ 0.03 <sup>Bc</sup>
<b>Gumminess</b>				
10 days	6.26 $\pm$ 1.23 <sup>Aa</sup>	5.41 $\pm$ 1.88 <sup>Aa</sup>	5.96 $\pm$ 0.89 <sup>Aa</sup>	6.54 $\pm$ 0.76 <sup>Aa</sup>
45 days	9.28 $\pm$ 1.30 <sup>Ba</sup>	14.58 $\pm$ 3.24 <sup>Bb</sup>	14.35 $\pm$ 0.48 <sup>Bb</sup>	14.15 $\pm$ 0.17 <sup>Bb</sup>
90 days	14.30 $\pm$ 1.48 <sup>Cc</sup>	14.10 $\pm$ 1.80 <sup>Bc</sup>	14.90 $\pm$ 0.83 <sup>Bc</sup>	13.78 $\pm$ 2.25 <sup>Bc</sup>
120 days	13.69 $\pm$ 3.56 <sup>Cc</sup>	14.50 $\pm$ 1.84 <sup>Bc</sup>	14.78 $\pm$ 2.43 <sup>Bc</sup>	14.50 $\pm$ 0.85 <sup>Bc</sup>
<b>Chewiness</b>				
10 days	79.60 $\pm$ 18.50 <sup>Aa</sup>	62.40 $\pm$ 17.50 <sup>Aa</sup>	73.66 $\pm$ 16.85 <sup>Aa</sup>	83.16 $\pm$ 10.35 <sup>Aa</sup>
45 days	125.30 $\pm$ 21.10 <sup>Ba</sup>	201.90 $\pm$ 48.20 <sup>Bb</sup>	201.80 $\pm$ 11.80 <sup>Bb</sup>	197.30 $\pm$ 5.30 <sup>Bb</sup>
90 days	191.26 $\pm$ 22.85 <sup>Cb</sup>	180.46 $\pm$ 29.25 <sup>Bb</sup>	200.45 $\pm$ 5.75 <sup>Bb</sup>	196.36 $\pm$ 34.75 <sup>Bb</sup>
120 days	179.46 $\pm$ 50.05 <sup>Cb</sup>	176.76 $\pm$ 22.65 <sup>Bb</sup>	193.65 $\pm$ 38.45 <sup>Bb</sup>	194.96 $\pm$ 19.05 <sup>Bb</sup>

Values followed by different capital letters in the same column and values in lowercase letters on the same line indicate statistically significant differences ( $P > 0.05$ ) in the Student-Newman-Keulstest.

**TABLE 5.** MICROBIOLOGICAL ANALYSIS (MEANS  $\pm$  STANDARD DEVIATION) OF MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH MUTTON AND SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF YACÓN MEAL 10, 45, 90, AND 120 DAYS AFTER PROCESSING.

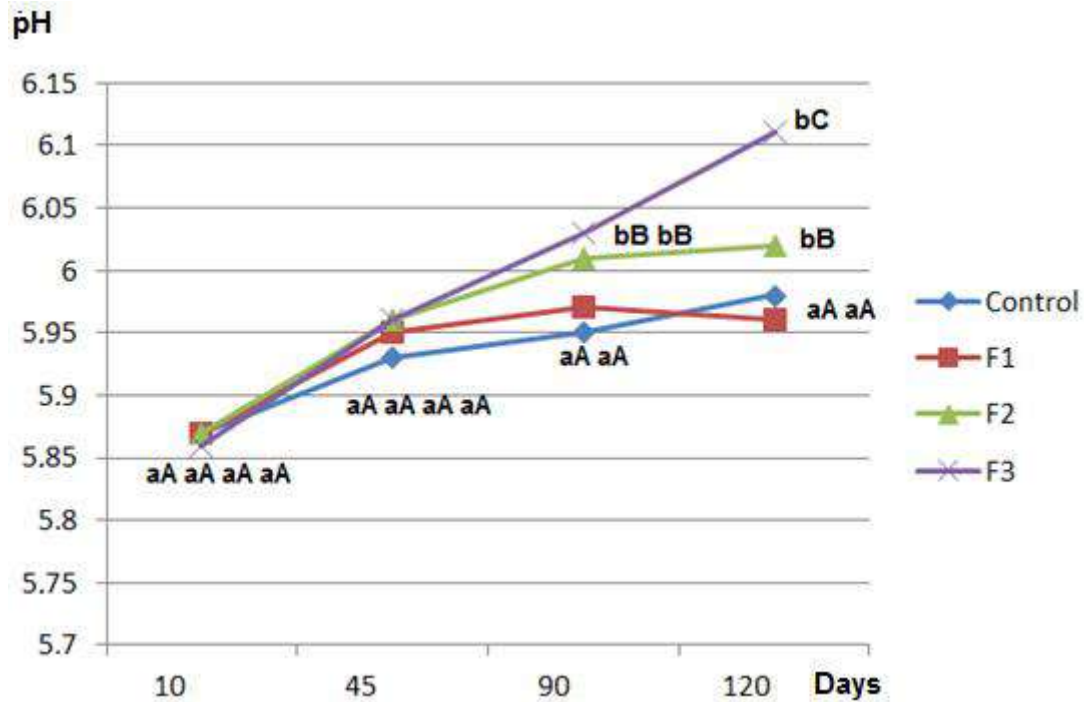
Parameters	Time	Formulations				Regulations <sup>a</sup>
		Control	F1	F2	F3	
Thermotolerant coliforms*	10 days	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 10 <sup>3</sup>
	45 days	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 10 <sup>3</sup>
	90 days	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 10 <sup>3</sup>
	120 days	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 10 <sup>3</sup>
Coagulase-positive <i>Staphylococcus</i> **	10 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	3 x 10 <sup>3</sup>
	45 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	3 x 10 <sup>3</sup>
	90 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	3 x 10 <sup>3</sup>
	120 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	3 x 10 <sup>3</sup>
Sulphite-reducing <i>Clostridium</i> at 46°C**	10 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5 x 10 <sup>2</sup>
	45 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5 x 10 <sup>2</sup>
	90 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5 x 10 <sup>2</sup>
	120 days	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella</i> sp.	10 days	absent	absent	absent	absent	absence
	45 days	absent	absent	absent	absent	absence
	90 days	absent	absent	absent	absent	absence
	120 days	absent	absent	absent	absent	absence

\* Given as most probable number (MPN) per gram.

\*\* Given as colony forming units (CFU) per gram.

<sup>a</sup> BRASIL, 2001.





**FIG. 1.** pH CURVE OF MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH MUTTON AND SUPPLEMENTED WITH YACON MEAL 10, 45, 90, AND 120 DAYS AFTER PROCESSING. DIFFERENT LOWERCASE LETTERS (TIME) AND DIFFERENT UPPERCASE LETTERS (FORMULATIONS) INDICATE STATISTICALLY SIGNIFICANT DIFFERENCES ( $p > 0.05$ ) IN THE STUDENT-NEWMAN-KEULS TEST.

**TABLE 6.** TBARS OF MORTADELLA FORMULATIONS PREPARED WITH MUTTON AND SUPPLEMENTED WITH YACON MEAL 10, 45, 90, AND 120 DAYS AFTER PROCESSING.

<b>Parameters/ days</b>	<b>Formulations</b>			
	<b>Control</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
10 days	0.007 ± 0.00 <sup>Aa</sup>	0.011 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	0.012 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	0.013 ± 0.00 <sup>Ac</sup>
45 days	0.010 ± 0.00 <sup>Ba</sup>	0.019 ± 0.00 <sup>Bb</sup>	0.021 ± 0.00 <sup>Bc</sup>	0.028 ± 0.00 <sup>Bd</sup>
90 days	0.031 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	0.031 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	0.021 ± 0.00 <sup>Bb</sup>	0.027 ± 0.00 <sup>Bc</sup>
120 days	0.070 ± 0.00 <sup>Da</sup>	0.043 ± 0.00 <sup>Db</sup>	0.022 ± 0.00 <sup>Bc</sup>	0.027 ± 0.00 <sup>Bd</sup>

Values followed by different capital letters in the same column and values in lowercase letters on the same line indicate statistically significant differences ( $P > 0.05$ ) in the Student-Newman-Keulstest.

## 6.3. CAPÍTULO 3

## Preparation and physico-chemical characterization of mutton mortadella supplemented with yacón meal

**1 Alexandre Cristiano Santos Junior\***; **Jonhny de Azevedo Maia Junior**; **Fábio da Costa Henry**; **Daniela Barros de Oliveira**; **Célia Raquel Quirino**; **Meire Lelis Leal Martins**; **Monique Moreira Moulin**; **Natália Oliveira Cabral**.

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, CEP 28013-602 Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

\*Corresponding author: [junincsj@yahoo.com.br](mailto:junincsj@yahoo.com.br)

## 2 RESUMEN

La harina de patata yacón, viene siendo utilizada como suplemento en diversos productos. Entre los componentes funcionales presentes en la patata yacón, se destacan los fructanos, del tipo inulina, fruto-oligosacáridos y compuestos fenólicos, siendo considerados agentes promotores de beneficios a la salud. La utilización de carne ovina en la producción de mortadelas también ha sido empleada, siendo viable debido a su calidad nutricional y sensorial. Este estudio tuvo como objetivo la elaboración y caracterización físico-química de diferentes formulaciones de mortadelas a base de carne ovina, suplementadas con diferentes concentraciones de harina de patata yacón y con contenidos reducidos de lípidos y cloruro de sodio. Se prepararon cuatro formulaciones de mortadelas que contenían carne ovina, grasa porcina, harina de patata yacón, sales NaCl, KCl y CaCl<sub>2</sub>, nitrito de sodio, eritrocitos de sodio, azúcar y agua. Los análisis físico-químicos realizados fueron: humedad, cenizas, proteínas, lípidos, color, pH y Aw. Los valores de humedad variaron entre 61,2 a 59,7%, cenizas de 2,5 a 2,9%, proteínas de 16,6 a 18,7% y lípidos del 19,1 al 14,3%. Todas las cuatro formulaciones cumplieron las exigencias mínimas, en relación a los parámetros físico-químicos, establecidos en la legislación brasileña para el procesamiento de mortadelas. Los parámetros pH y Aw mantuvieron la uniformidad y en el parámetro coloración hubo variación entre las diferentes formulaciones, pudiéndose inferir que la introducción de diferentes niveles de harina de la patata yacón y grasa porcina interfirieron en la coloración de las mortadelas. Se ha comprobado que la utilización de nuevas materias primas e ingredientes que contienen componentes funcionales son una alternativa prometedora en el contexto de la elaboración de productos cárnicos más saludables.

**Palabras - clave:** Carne ovina | componentes funcionales | mortadelas | *Smallanthus sonchifolia*.

---

### 3 ABSTRACT

Yacón meal has been used as supplement in several food products. Functional components of yacón meal include fructans such as inulin, fructooligosaccharides, and phenolic compounds with proved benefits to human health. Mutton has become a viable alternative in mortadella production due to its nutritional and sensory attributes. This study describes the preparation and analysis of mortadella formulations prepared with mutton and supplemented with different amounts of yacón meal and reduced contents of sodium chloride and lipids. Four formulations were prepared with mutton, pork fat, yacón meal, NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, sodium erythorbate, sugar, and water. Moisture, ash, protein, and lipid contents were analyzed, as well as pH, color, and Aw. Moisture, ash, protein, lipid contents varied within the ranges of 59.7% - 61.2%, 2.5% - 2.9%, 16.6% - 18.7%, 14.3% - 19.1%, respectively. All formulations met the minimum physico-chemical standards established by the Brazilian legislation for mortadella production. pH and Aw did not vary significantly across formulations, though color may have been affected by the addition of yacón meal and pork fat. New raw materials and ingredients containing functional components stand as a promising alternative in the healthier meat products.

**Keywords:** functional components | mortadella | mutton | *Smallanthus sonchifolius*.

---

### 4 INTRODUCTION

The protective effect of several food ingredients and the means to increase the consumption thereof have been consistently investigated in recent years. Advancements in food science and technology have prompted the development of healthier foods to meet consumer market expectations in light of the growing awareness of the importance of healthy lifestyles. In this scenario, the food industry designs innovations based on the supplementation of food items with numerous functional nutrients and components with confirmed physiological roles (Cardoso *et al.*, 2013).

Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) is a tuberous root species of the Asteracea family. The species is native to the Andes, where it grows at altitudes between 2,000 m and 3,000 m. Remarkably, the use of yacón as food dates back to the ancient Inca civilization. Introduced in Brazil in the 90s, today yacón is considered a nutraceutical food item, source of functional components such as fructooligosaccharides (FOS), inulin, and phenolic compounds (Delgado *et al.*, 2013). In this sense, yacón meal may be an interesting alternative in the supplementation of skin-encased foods with functional components.

Mortadella is one of the skin-encased meat products most consumed in Brazil. Due to its good nutritional and sensory attributes, mutton is used in the production of mortadella. Several studies have described the production of this food item using sheep meat (Guerra *et al.*, 2011; Leite *et al.*, 2015).

One of the main concerns in the production of healthy foods is the reduction of sodium chloride (NaCl) levels, mainly in skin-encased products. High NaCl contents in foods play a direct role in arterial hypertension. Studies have investigated alternatives to reduce sodium levels in skin-encased products based on the use of sodium-free salts like potassium chloride (KCl) and calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) (Aliño *et al.*, 2010; Horita *et al.*, 2011).

In this context, the present study describes the physico-chemical characterization of mortadella formulations prepared with mutton and supplemented with various concentrations of yacón meal and lower contents of lipids and NaCl.

## 5 MATERIALS AND METHODS

### 5.1 Study location and raw materials

The mortadella formulations used were prepared in the Laboratório de Processamento de Carnes, while the physico-chemical analyses of the products were carried out in the *Laboratório de Química Aplicada, Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus de Alegre*, municipality of Alegre, state of Espírito Santo, Brazil.

Mutton shoulders frozen at -18°C were purchased from an export company (Caltes SA) located in the municipality of Paso de los Toros, Uruguay and transported under identical conditions to IFES, Campus de Alegre, where the meat was stored at the same temperature. All mutton cuts were slowly thawed under controlled temperature (2°C to 4°C).

Yacón meal was purchased from a wholefood shop (P.C. *Campos Produtos Naturais*, Rio de Janeiro, state of Rio de Janeiro, Brazil). The other ingredients and additives used in formulations were bought at local specialized shops.

#### *Preparation of mortadella formulations*

Based on preliminary assays and a literature review (Brasil, 2000; Guerra *et al.*, 2011), four mortadella formulations were prepared using different amounts of mutton, pork fat, yacón meal, NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, sodium nitrite (NaNO<sub>2</sub>), sodium erythorbate, sugar, and water (Table 1). Approximately 4 kg of mortadella were prepared using each formulation.

**5.2 Table 1** - Mortadella formulations shown as percent contents of raw materials and additives (%)

Raw materials and additives	Control	F1	F2	F3
Mutton	76.66	76.66	76.66	76.66
Pork fat	20.00	18.00	16.00	14.00
NaCl <sup>1</sup>	2.20	1.65	1.65	1.65
KCl <sup>2</sup>	0.00	0.275	0.275	0.275
CaCl <sub>2</sub> <sup>4</sup>	0.00	0.275	0.275	0.275
Sugar <sup>3</sup>	0.1	0.1	0.1	0.1
Water	1.00	2.00	3.00	4.00
Yacón meal <sup>4</sup>	0.00	1.00	2.00	3.00
NaNO <sub>2</sub> <sup>5</sup>	0.015	0.015	0.015	0.015
Sodium erythorbate <sup>6</sup>	0.025	0.025	0.025	0.025

<sup>1</sup> Kitchen salt, Cisne®.

<sup>2</sup> Analytical grade, Merck®.

<sup>3</sup> Muscovado sugar, União®.

<sup>4</sup> Yacón meal, Flor da Mata®.

<sup>5</sup> Curing salt, Kura K007 Doremus®.

<sup>6</sup> Antioxidant, Griffith®.

Initially, mutton was manually mixed with scalded diced pork fat. Next, the different predefined amounts of NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, NaNO<sub>2</sub> and the other additives were manually added and mixed to formulations. Then, yacón meal was added and mixed to mortadella preparations, also manually. Subsequently, formulations were put in stainless steel molds and cooked in a double bath at 80°C until the temperature in the center of mortadellas reached 74°C. Cooked mortadellas were then vacuum-packaged made of the nylon and pomade of nylon and polyethylene layers, labeled, and kept at 4°C upon analysis.

### 5.3 Physico-chemical characterization

Moisture content was analyzed by direct drying in a stove at 105°C. Ash levels were assessed based on the amount of incineration bottom, while protein concentrations were established according to the classic Kjeldahl method. Lipid levels were analyzed according to the method described by AOAC (2000).

Water activity (Aw) was determined by direct reading in a specific meter device (Aqualab TE, Decagon Devices Inc.). Samples were washed,

homogenized, and analyzed. pH was assessed using a pH meter (Schott Handylab).

Color analyses were carried out using a portable spectrometer (MiniScan EZ-Hunterlab) and D65 as illuminant at a 10° observation angle according to the CIELab system. The results were shown as angular coordinates, in which the L\* axis reflects the lightness of a color (L\* = 0 represents absolute black, L\* = 100 represent absolute white), the a\* axis represents the green shades (- 80 < a\* < 0 denotes green, 0 < a\* < 100 denotes red), and the b\* axis is for the color yellow (-100 < b\* < 0 represents blue, 0 < b\* < +70 represents yellow).

#### 5.4 Statistical analyses

The results of the physico-chemical analyses were compared using a complete randomized design with four treatments and three repeats for each mortadella formulation (control, F1, F2, and F3). The results were submitted to an analysis of variance (ANOVA), and means of treatments were compared using the Tukey test at 5% probability. The analyses were carried out in the Statistical Analysis System (SAS, version 9.2).

## 6 RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows the results of the physico-chemical analyses of mortadella formulations as means and standard deviations, and the reference values listed by the *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela* (RTQI).

**Table 2** - Physico-chemical parameters (mean and standard deviation) of mortadella formulations and reference values (RTQI).

variables	Formulations				RTQI
	Control	F1	F2	F3	
Moisture (%)	61.2±0.1 <sup>a</sup>	60.9±0.1 <sup>a</sup>	60.3±0.2 <sup>a</sup>	59.7±0.2 <sup>a</sup>	ax.65%
Ash (%)	2.5±0.0 <sup>a</sup>	2.6±0.1 <sup>a</sup>	2.6±0.0 <sup>a</sup>	2.9±0.0 <sup>a</sup>	-
Proteins (%)	16.6±0.3 <sup>a</sup>	18.3±0.1 <sup>a</sup>	18.8±0.2 <sup>a</sup>	18.7±0.2 <sup>a</sup>	Min.12%
Lipids (%)	19.1±0.1 <sup>a</sup>	17.0±0.0 <sup>b</sup>	15.6±0.1 <sup>c</sup>	14.3±0.1 <sup>d</sup>	Max.30%
Aw	0.97±0.0 <sup>a</sup>	0.97±0.0 <sup>a</sup>	0.97±0.0 <sup>a</sup>	0.97±0.0 <sup>a</sup>	-
pH	6.3±0.2 <sup>a</sup>	6.3±0.2 <sup>a</sup>	6.4±0.2 <sup>a</sup>	6.5±0.3 <sup>a</sup>	-
L*	52.7±1.8 <sup>a</sup>	53.5±1.5 <sup>a</sup>	53.0±1.8 <sup>a</sup>	50.7±2.1 <sup>b</sup>	-
a*	5.4±0.9 <sup>a</sup>	3.4±0.4 <sup>b</sup>	3.3±0.4 <sup>b</sup>	2.8±0.5 <sup>b</sup>	-
b*	10.5±0.4 <sup>a</sup>	10.6±0.3 <sup>a</sup>	10.5±0.4 <sup>a</sup>	10.7±0.4 <sup>a</sup>	-

Values on the same line followed by different lowercase letters differ statistically (P < 0.05, Tukey test).

Moisture, ash, protein, and lipid contents in the mortadella formulations analyzed varied within the ranges of 59.7% - 61.2%, 2.5% - 2.9%, 16.6% - 18.7%, and 14.3% - 19.1%, respectively. It should be noted that the amounts of lipids added to each formulation were carefully controlled. The results obtained are similar to the findings published by other authors in studies about skin-encased mutton products. Abdullah (2004) evaluated the physico-chemical parameters of mortadella prepared with mutton and reported moisture, ash, protein, and lipid contents of 62.7%, 2.87%, 13.4%, and 20.7%, respectively. In turn, Guerra *et al.* (2011) evaluated mortadella formulations prepared with mutton and different amounts of pork fat (10%, 20%, and 30%). Moisture contents varied between 55% and 68%, ash levels were 2.7%, and contents of proteins and lipids were in the ranges of 12% - 17% and 10% - 30%, respectively. In a recent investigation, Leite *et al.* (2015) assessed the physico-chemical characteristics of wieners prepared with mutton and different pork fat contents (0%, 10%, and 30%). Moisture, ash, protein, and lipid contents were within the ranges of 58% - 67%, 3.7% - 4.3%, 14% - 18%, and 0% - 30%, in that order.

In the present study, mean moisture content,  $A_w$ , and pH of mortadella formulations did not differ significantly ( $P > 0.05$ ). For Guerra *et al.* (2011), moisture content,  $A_w$ , and pH are very important parameters in boiled skin-encased products, since high values indicate the existence of favorable conditions to the development of undesired microorganisms, while low values of these parameters affect texture and flavor of these products.

The results of the present study show that the increasing amounts of yacón meal and lower levels of fat produced mortadella formulations with lower moisture content, but without differ statistically. Leite *et al.* (2015) also reported that moisture content in wieners increased with the addition of lower levels of fat to formulations. Lorenzo & Franco (2012) observed a similar relationship between moisture and fat contents in various kinds of skin-encased meat products. All mortadella formulations analyzed in the present study met the moisture content standard levels established by the Brazilian regulations, which define a maximum limit of 65% moisture for these products (Brasil, 2000).

An important aspect regarding moisture contents in the mortadella formulations analyzed is that even though increasing amounts of water were used in the preparation of formulations F1, F2, and F3, moisture contents in the products did not increase. This may have been due to the high water-holding capacity of yacón meal.

Lipid contents varied significantly between the mortadella formulations prepared and analyzed in the present study ( $P < 0.05$ ). This result was expected, since the incorporation of pork fat was controlled and diminished from the control to formulations F1, F2, and F3. Yet, it should be emphasized that all formulations met the maximum limit of 30% fat established by Brazilian regulations (Brasil, 2000). For Guerra *et al.* (2011), lipid content plays a very important role in the sensory attributes of mortadella, directly affecting texture and flavor.



Differently, no statistically significant difference was observed in protein and ash contents between treatments ( $P > 0.05$ ). It should be emphasized that protein content of all formulations was above the minimum value established by Brazilian regulations, 12% (Brasil, 2000). Importantly, proteins work as stabilizers in emulsified products, reducing the tension in the lipid- water interface and eventually helping both blend and preventing the coalescence and loss of lipids. In addition, the essential role of proteins in the preparation of emulsified skin-encased products with acceptable sensory attributes has been described (Guerra *et al.*, 2011).

The objective evaluation of color is carried out based on the values of  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$ . The formulations F1, F2, and control had  $L^*$  values between 52.7 and 53.5, with no statistically significant difference ( $P > 0.05$ ). Only formulation F3 differed from the other formulations in  $L^*$  value, which was 50.7 ( $P < 0.05$ ). The lower  $L^*$  value indicates that F3 was of a darker color, compared to the other formulations.

The  $a^*$  values between 2.8 and 5.4 indicate that the mortadella formulations analyzed were of intense red color ( $0 < a^* < +100$ ). Statistically significant difference was observed between the control formulation and the three mortadella formulations investigated ( $P < 0.05$ ), when the control formulation was of the showed most intense red (5.4). In turn,  $b^*$  values varied between 10.5 and 10.7, indicating intense yellow ( $0 < b^* < +70$ ), with no statistically significant difference ( $P > 0.05$ ). It is possible that color of the mortadella formulations varied due to the use of yacón meal, which is of a dark hue. However, the addition of different contents of fat, which is of a lighter hue, may also explain the color of the mortadella formulations investigated. Sánchez-Rodríguez & Santos (2001) claim that water and lipid contents may considerably influence  $L^*$  values, as observed in the present study.

As a rule, consumers prefer foods that are healthy, safe, of high sensory quality and quick to prepare. Research has discussed the advantages of supplementing foods with meal obtained from plant species. These studies had challenging aims, such as the development of new products and the search for technological alternatives as a means to boost the availability of functional components in these plant species concerning foods consumed daily. In this sense, several foods have been supplemented with yacón meal, like ham, yogurt, sweets containing various jellification agents, cakes, and bread (Maldonado & Singh, 2008; Rosa *et al.*, 2009; Rolim *et al.*, 2010). It should be noted that the production of yacón meal by dehydration is interesting not only because it affords longer shelf life of the product, but also because it makes easier to incorporate it to cakes, cookies, sweets, skin-encased products, juices, and other food items.

The advantage of using mutton to produce mortadella lies in the fact that this meat is widely consumed in various countries and due to its high nutritional value, compared to other red meats. Furthermore, mutton is not banned for religious reasons, like beef and pork. Mutton is rich in protein of biological value containing all essential amino acids, in addition to its low fat contents, ideal fatty acid levels, high iron concentrations, and attractive color and texture. The chemical composition of mutton may vary mainly with

factors associated with nutrition, genetics, farming system, gender, age, and live weight at slaughter (Santos *et al.*, 2009).

Mutton has been used in the production of skin-encased meat products due to its nutritional value (Pelegrini *et al.*, 2008; Osório *et al.*, 2009). With lower percent contents of fat, compared to other kinds of meat, mutton is a promising alternative in the production of skin-encased products with appropriate fat contents. In addition, some countries face the need to make use of the meat from culled animals, whose market value is low but nevertheless may still be used in the production of processed foods, adding value to an otherwise undesired kind of meat and enlarging the product mix that may be offered to customers (Abdullah, 2004; François *et al.*, 2007).

Importantly, the addition of the salts did not affect the physico-chemical characteristics of the mortadella formulations analyzed. In this sense, studies have proposed the replacement of NaCl by sodium-free salts as a means to produce healthier skin-encased meat products (Ruusunem *et al.*, 2003; Desmond, 2006; Aliño *et al.*, 2010; Maia Júnior *et al.*, 2013). NaCl plays an important role in the processing of meat products, improving texture, flavor, and smell. The salt is also known to affect protein solubilization, in addition to its bacteriostatic effect and its potential to enhance preservatives that in turn define a product's shelf life (Ruusunem *et al.*, 2003). KCl is today the preferred substitute for NaCl in meat products designed with low sodium contents, though it lends saltier, bitter, and metallic taste to them. But researchers like Desmond (2006) claim that such bitter taste may be attenuated using masking agents such as sugar. Recently CaCl<sub>2</sub> has also been used as a substitute for NaCl in meat products. Aliño *et al.* (2010) reported that the replacement of 50% of NaCl% by 25% of CaCl<sub>2</sub> and 25% of KCl did not affect color, appearance, and smell of meat products.

## 7 CONCLUSION

The results of the present study show that new raw materials and ingredients containing functional components are a promising alternative in the production of healthier meat products. The inclusion of various amounts of yacón meal in mutton mortadella formulations afforded to reduce lipid contents and use sodium-free salts. Physico-chemical parameters of the mortadella formulations analyzed met the standards defined by the Brazilian legislation.

Partnerships between research centers and the food industry play an important role in the search for innovations aiming to meet customer demands and produce healthier foods on commercial scale and legal physico-chemical requirements.

## 8 ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank *Instituto Federal do Espírito Santo* (Ifes) and the funding agencies *Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro* (FAPERJ) and *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES).

## 9 REFERENCES

- Abdullah, B.M. (2004). Beef and sheep mortadella: formulation, processing and quality aspects. *International Journal of Food Science and Technology*, v.39, p.177-182.
- Aliño M., Grau R., Toldra F., Blesa E., Pagan M. J., Barat J. M.. (2010) Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. *Meat Science*, v.85, p.580-588.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists (2000). *Official methods of analysis*. 17<sup>th</sup>ed. AOAC, Arlington, VA.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução normativa n.4, de 31 de março de 2000. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, p.1-6, 05 abr. 2000. Seção I.
- Cardoso, J. B. N., Henry, F. C., Almeida, S. B., Ferreira, K. S., & Ladeira, S. A. (2013). Characterization of cooked ham containing pectin and potassium chloride. *Journal of Food Processing and Preservation* 37:100-108.
- Delgado, G. T. C.; Tamashiro, W. M.; Maróstica Junior, M. R.; Pastore, G. M. (2013). Yacon (*Smallanthus sichifolius*): a functional food. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 68, p.222-228.
- Desmond, E. (2006) Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, v.74, p.188-196.
- François, P., Pires, C.C., Griebler, L., François, T., Soriano, V.S., & Galvani, D. B. (2009). Propriedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte. *Ciência Rural*, v.39, p.9-17.
- Guerra, I. C. D.; Félex, S. S. S.; Meireles, B. R. L. M.; Dalmás, P. S.; Moreira, R. T.; Honório, V. G.; Morgano, M. A.; Milani, R. F.; Benevides, S. D.; Queiroga, R. C. R. E.; Madruga, M. S. (2011). Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. *Small Ruminant Research*, v.98, p.59-63.
- Horita, C. N.; Morgano, m. A.; Celeghini, R. M. S.; Pollonio, M. A. R. (2011). Physicochemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science*, v.89, p.426-433.
- Júnior, J. A. M.; Henry, F. C.; Valle, F. R. F. A.; Martins, M. L. L.; Quirino, C. R.; Costa, R. S. (2012). Reducing fat and sodium content in pork sausage. *African Journal of Biotechnology*, v.12, p.3847-3853.
- Leite, A.; Rodrigues, S.; Pereira, E.; Paulos, K.; Oliveira, A. F.; Lorenzo, J. M.; Teixeira, A. (2015). Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels. *Meat Science*, v.105, p.114-120.
- Lorenzo, J.M.; Franco, D. (2012). Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufactured of dry-cured foal sausage lipolysis, proteolysis and sensory properties. *Meat Science*, v.92, p.704-714.
- Maldonado, S.; Singh, J. D. C. (2008). Efecto de gelificantes em la formulación de dulce de yacón. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.28, p.429-434.
- Osório, J. C. S.; Osório, M. T. M.; Sañudo, C. Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.292-300, 2009.

- Pelegrini, L.F.V.; Pires, C. C.; Terra, N. N.; Campagnol, P. C. B.; Galvani, D. B.; Chequim, R. M. (2008). Elaboração de embutido fermentado tipo salame utilizando carne de ovelhas de descarte. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.28, p.150-153.
- Rosa, C.S.; Oliveira, V. R.; Viera, V. B.; Gressler, C.; Viega, S. (2009). Elaboração de bolo com farinha de Yacon. *Ciência Rural*, v.39, p.1869-1872.
- Rolim, P. M.; Salgado, S. M.; Padilha, V. M.; Livera, A. V. S.; Guerra, N. B.; Andrade, A. C. (2010). Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). *Revista Ceres*, v.57, p.12-17.
- Ruusunen, M.; Vainionpaa, J.; Puolanne, E.; Lyly, M.; Lahteenmaki, L.; Niemisto, M.; Ahvenainen, R. (2003). Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. *Meat Science*, v.64, p.371-381.
- Sánchez-Rodríguez, M.E. (2001). Parámetros de color de jamón ibérico de bellota Guijuelo al final del período de maduración. *Alimentaria*, v.1, p.33-39.
- Santos, J.R.S.; Pereira Filho, J. M.; Silva, A. M. A.; Cezar, M. F.; Borburema, J. B.; Silva, J. O. R. (2009). Composição tecidual e química dos cortes comerciais da carcaça de cordeiros Santa Inês terminados em pastagem nativa com suplementação. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.38, p.2499-2505.

### **REDVET: 2017, Vol. 18 N° 7**

Este artículo Ref. 071711\_REDVET está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070717.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070717/071711.pdf>

**REDVET®** Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org) y con **REDVET®**- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados do presente estudo mostram que as novas matérias-primas e ingredientes que contêm componentes funcionais são uma alternativa promissora na produção de produtos à base de carne mais saudáveis. Os parâmetros físico-químicos das formulações de mortadela analisadas atenderam aos padrões definidos pela legislação brasileira.

A carne de ovinos e a farinha de batata yacon podem ser uma alternativa promissora para atender os consumidores que desejam produtos alimentícios mais saudáveis. Os dados experimentais obtidos podem se tornar uma ferramenta importante para o estabelecimento de parcerias entre os centros de pesquisa e a indústria de alimentos na busca de inovações visando satisfazer as demandas dos clientes e produzir alimentos saudáveis em escala comercial dentro dos requisitos legais.

## 8. ANEXOS

### 8.1. ANEXO A

#### TERMO DE CONSENTIMENTO

#### “ANÁLISE SENSORIAL DE MORTADELA DE CARNE OVINA E SUPLEMENTADA COM FARINHA DE BATATA YACON \*\*

Esta avaliação sensorial de **MORTADELA OVINA** corresponde a uma das etapas experimentais de uma Tese de Doutorado intitulada “ **Elaboração de mortadela de carne ovina e suplementada com farinha de batata yacon**”, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. O objetivo desta pesquisa é avaliar a aceitação sensorial de mortadelas à base de carne ovina, adicionadas de farinha de batata yacon e aditivos permitidos para uso em alimentos. Todo o processo de elaboração e conservação das mortadelas se encontra dentro das normas higiênico-sanitárias da ANVISA e todos os ingredientes e insumos utilizados foram adquiridos de empresas já estabelecidas e devidamente registradas e inspecionadas por órgãos Federais, Estaduais ou Municipais.

CASO VOCÊ POSSUA HÁBITO DE COMER MORTADELA DE CARNE OVINA E NÃO POSSUA NENHUM IMPEDIMENTO DE SAÚDE (pressão alta, colesterol alto, alergia alimentar, doença cardíaca, doença renal, etc.) para consumir esse produto e tenha interesse em **PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE** desta degustação, por favor, preencha esta ficha (frente e verso) e assine-a, dando seu consentimento.

Informamos que caso haja qualquer tipo de alergia ou intoxicação alimentar com o participante voluntário, decorrente do consumo do produto, o mesmo será encaminhado ao posto médico da Universidade.

NOME: \_\_\_\_\_

SEXO: ( ) Masculino ( ) Feminino

FAIXA ETÁRIA: ( ) < 18 anos ( ) 26 a 35 anos ( ) > 45 anos ( ) 19 a 25 anos ( ) 36 a 45 anos

GESTANTE: ( ) Sim ( ) Não

INSTITUIÇÃO: \_\_\_\_\_

LABORATÓRIO: \_\_\_\_\_

FUNÇÃO: \_\_\_\_\_

FONES: CEL: ( ) \_\_\_\_\_ RES.: ( ) \_\_\_\_\_

E-MAIL: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

ASSINATURA DE CONSENTIMENTO: \_\_\_\_\_

Em caso de qualquer dúvida relacionada à pesquisa, favor entrar em contato: Alexandre Cristiano Santos Júnior (Doutorando responsável pela pesquisa) Cel.: (28) 99222-6257 e-mail: junincs@yaho.com.br

## 8.2. ANEXO B

**Ficha de avaliação dos atributos sensoriais**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Por favor, anote o código da amostra, prove-a e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto quanto aos atributos de cor, aroma, sabor, textura e impressão global. Anote no espaço de cada atributo o número referente à resposta que melhor reflita seu julgamento.

Código da amostra: \_\_\_\_\_

9 – Gostei extremamente

Cor: \_\_\_\_\_

8 – Gostei muito

7 – Gostei moderadamente

Aroma: \_\_\_\_\_

6 – Gostei ligeiramente

5 – Indiferente

Sabor: \_\_\_\_\_

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

Textura: \_\_\_\_\_

2 – Desgostei **mu**ito

1 – Desgostei extremamente

Impressão Global: \_\_\_\_\_

Você compraria este produto?

 Definitivamente compraria Provavelmente compraria Talvez compraria/talvez não compraria Provavelmente não compraria Definitivamente não compraria

Comentários: \_\_\_\_\_