



PRISCILA COTTA PALHARES

**CARACTERIZAÇÃO DA PERNA DESOSSADA
DE CORDEIRO PROCESSADA NA FORMA DE
PRESUNTO CRU**

LAVRAS – MG

2011

PRISCILA COTTA PALHARES

**CARACTERIZAÇÃO DA PERNA DESOSSADA DE CORDEIRO
PROCESSADA NA FORMA DE PRESUNTO CRU**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Eduardo Mendes Ramos

Coorientador

Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez

LAVRAS – MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Palhares, Priscila Cotta.

Caracterização da perna desossada de cordeiro processada na forma de presunto cru / Priscila Cotta Palhares. – Lavras: UFLA, 2011.

79 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Eduardo Mendes Ramos.

Bibliografia.

1. Ovinos. 2. Produtos cárneos. 3. Produtos curados. 4. Novos produtos. 5. Acidificante químico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.9298

PRISCILA COTTA PALHARES

**CARACTERIZAÇÃO DA PERNA DESOSSADA DE CORDEIRO
PROCESSADA NA FORMA DE PRESUNTO CRU**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de fevereiro de 2011.

Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez UFLA

Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos UFLA

Dr. Lúcio Alberto de Miranda Gomide UFV

Dr. Eduardo Mendes Ramos

Orientador

LAVRAS – MG

2011

A Deus.

Aos meus pais, Marcelo e Pompéia.

Aos meus irmãos, Marcela, Bruno, Matheus e Mariana.

À tia Marília.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Pompéia, pela luz e inspiração sempre.

Ao meu pai, Marcelo; meus irmãos, Marcela, Bruno, Matheus e Mariana; minha tia Marília e Mariza, pelo apoio e cuidado sempre.

A minha família, por acreditar e apoiar sempre.

Ao melhor amigo que a vida me deu a oportunidade de ter, Ivan, pela amizade, carinho, paciência, apoio e atenção sempre.

Às amigas Elisângela, Stella, Abiah, Emanuelle, Alessandra e Érica. Sem os cuidados, apoio, conversas e momentos de descontração teria sido mais difícil.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade para a realização do mestrado.

Aos funcionários dos laboratórios do DCA, pela atenção sempre que necessário e carinho.

Às meninas da faxina, pela ajuda em todos os momentos solicitados e alegria constante nos dias de muito cansaço.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pela concessão de verba para o desenvolvimento do projeto.

Aos professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelos ensinamentos transmitidos.

À professora Dra. Iraídes, do Departamento de Zootecnia (DZO), pela ajuda na obtenção da matéria-prima do experimento e boa vontade, sempre.

Ao professor Dr. Juan Ramon O. Perez, do Departamento de Zootecnia (DZO), pela paciência, atenção e ajuda, sempre que necessário.

Ao professor Dr. Eduardo Mendes Ramos, pela orientação, por acreditar, pela amizade, dedicação e seus ensinamentos, que foram de grande relevância para a realização deste trabalho e para o meu crescimento profissional.

Ao professor Dr. Raimundo Alberto, por toda ajuda, amizade, carinho, alegrias e conhecimentos enquanto presente e, ainda ausente, por ser inspiração e motivação durante todos os momentos difíceis.

À professora Dra. Alcinéia, por toda paciência e atenção, a todo momento.

Aos colegas do laboratório de carnes, Gigi, Érika, Michelle, Fernando, Cecília e, principalmente, Monalisa, Ana e Bruna, pela importante ajuda durante o experimento, além de apoio e ajuda.

À Daiane, pelo tempo de que dispôs e pela atenção e amizade.

À professora Roberta Hilsdorf Piccoli, por disponibilizar o Laboratório de Microbiologia de Alimentos, além da atenção, carinho e conhecimentos.

Ao professor Luis Roberto Batista, pela atenção e empréstimo do laboratório.

Ao professor Dr. Lucio Alberto de Miranda Gomide, pela disponibilidade para compor a banca, atenção e conhecimentos fornecidos.

À empresa Ajinomoto, pelo fornecimento da enzima transglutaminase.

“Tenho em mim todos os sonhos do mundo!”

Fernando Pessoa

RESUMO

Foram desenvolvidas pernas desossadas, curadas e dessecadas de cordeiro, adicionadas de transglutaminase e glucona delta lactona (GDL). Os produtos foram elaborados pela injeção de salmoura, contendo ou não GDL (tratamentos), e maturados até apresentarem dois diferentes graus de secagem (40% e 50%). A avaliação dos produtos, quanto às características químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas, foi conduzida em dois experimentos: no primeiro, os produtos foram avaliados nas diferentes etapas de processamento; e, no segundo, os produtos terminados foram avaliados com diferentes graus de secagem (40% e 50%). Não houve interação ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos e as etapas de elaboração. A adição de GDL reduziu ($p < 0,05$) consideravelmente (de 77 para 56 dias) o tempo de produção do produto e induziu ($p < 0,05$) a menores valores de pH ($5,23 \pm 0,24$) e maiores valores de TBARS ($0,99 \pm 0,32$) nos produtos acabados do que naqueles sem adição ($5,78 \pm 0,25$ e $0,88 \pm 0,28$, respectivamente). Houve efeito significativo ($p < 0,05$) das etapas de processamento para umidade, pH, acidez, atividade de água, teor de cloretos, concentração residual de nitrito, índice de TBARS e análises microbiológicas. No segundo experimento não houve interação ($p > 0,05$) entre os tratamentos e as diferenças nos graus de secagem para as análises físicas e físico-químicas. Contudo, os produtos adicionados de GDL apresentaram ($p < 0,05$) pH menor ($4,97 \pm 0,40$) do que os produtos sem adição ($5,71 \pm 0,11$). Apenas a umidade, proteína, cinzas, atividade de água e índice de TBARS apresentaram efeito ($p < 0,05$) em relação ao grau de secagem dos produtos. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para a interação entre os tratamentos e as diferenças nos graus de secagem para os atributos de cor e textura objetiva. Contudo, o índice de amarelo (b^*) dos produtos adicionados de GDL apresentou ($p < 0,05$) maior valor ($5,99 \pm 1,41$) do que as amostras controle. Houve efeito ($p < 0,05$) dos diferentes tratamentos e também dos diferentes graus de secagem para os parâmetros coesividade e mastigabilidade, que se apresentaram maiores nas amostras contendo GDL e com maior grau de secagem. O perfil microbiológico de todos os produtos elaborados foi adequado. Foi possível a obtenção de um produto curado e dessecado a partir da perna desossada de cordeiro, microbiologicamente estável e com características físicas, químicas e físico-químicas similares a de presuntos crus.

Palavras-chave: Ovinos. Perna ovino. Transglutaminase. Glucona delta lactona. Presunto cru.

ABSTRACT

Lamb deboned, cured and dissected legs added with transglutaminase and glucono delta lactone (GDL) were developed. The products were made by injecting brine, containing or not GDL (treatments) and matured till they presented two different drying degrees (40% and 50%). The evaluation of the products as to the chemical, physical, physicochemical and microbiological characteristics was conducted in two experiments: in the first one, the products were evaluated in the different processing stages and in the second one; the finished products were evaluated with different drying degrees (40% e 50%). There was no interaction ($p>0.05$) between the different treatments and the making step. The addition of GDL reduced ($p<0.05$) markedly (from 77 to 56 days) the product-producing time and induced ($p<0.05$) to lower pH values (5.23 ± 0.24) and higher values of TBARS (0.99 ± 0.32) in the finished products than in those without the addition of GDL (5.78 ± 0.25 e 0.88 ± 0.28 , respectively). For the processing steps, there was a significant effect ($p<0.05$) for moisture, pH, acidity, water activity, content of chlorides, residual nitrite concentration, TBARS values and microbiological analysis. In the second experiment, there was no interaction ($p>0.05$) among treatments and differences in the degree of drying for the analysis of physical and physicochemical. However, the products added GDL presented ($p <0.05$) lower pH (4.97 ± 0.40) than products without the addition (5.71 ± 0.11). Only, moisture, protein, ashes, water activity and TBARS presented effect ($p<0.05$) in relation to the drying degree of the products. There was no significant effect ($p> 0.05$) for interaction between treatments and differences in the degree of drying to the attributes of color and texture objectively. However, the parameter b^* of products added GDL showed ($p <0.05$) higher value (5.99 ± 1.41) than the control samples. There was an effect ($p>0.05$) of the different treatments and also of the different drying degrees for the parameters cohesiveness and chewiness, which were higher for samples containing GDL and greater degree of drying. The microbiological profile of all products made was appropriate. It was possible to obtain a cured product and dried from the boneless leg of lamb, microbiologically stable and physical, chemical and physico-chemical similar to dry-cured hams.

Keywords: Sheep. Sheep's leg. Transglutaminase. Glucono delta lactone. Raw ham.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fluxograma de elaboração do presunto cru	22
Figura 2	Fluxograma da elaboração do pernil ovino desossado, curado e dessecado	37
Figura 3	Fluxograma das etapas do processamento e indicação dos pontos de amostragem (MP, A, B e C) para a condução das análises	39
Gráfico 1	Perda de peso (%) nos tratamentos controle ($Y = 3,9485 + 0,5992.X$; $R^2 = 0,9495$) e com adição de GDL ($Y = 3,1864 + 0,8312.X$; $R^2 = 0,9714$), durante as etapas de secagem e maturação	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Categoria de armazenamento de produtos cárneos, baseado em seu pH e atividade de água (a_w), segundo diretrizes da Comunidade Europeia (CE nº 77/99).....	20
Tabela 2	Médias e desvios padrões das análises físico-químicas da matéria-prima.....	51
Tabela 3	Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos dos produtos (com e sem adição de GDL), nas diferentes etapas de produção.....	58
Tabela 4	Perfil microbiológico dos produtos (com e sem adição de GDL) nas diferentes etapas de produção.....	61
Tabela 5	Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos dos produtos (com e sem adição de GDL), para diferentes graus de secagem.....	64
Tabela 6	Valores médios (\pm desvio padrão) da coesividade e mastigabilidade dos produtos (com 40 e 50% de perda de peso) adicionados ou não de GDL.....	68
Tabela 7	Valores médios (\pm desvio padrão) da coesividade e mastigabilidade dos produtos (adicionado ou não de GDL), de acordo com o grau de secagem.....	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Produção da carne ovina	16
2.2	Presunto cru	18
2.2.2	Etapas fundamentais da elaboração do presunto cru	20
2.3	Metodologias de elaboração de produtos secos e curados de carne ovina	24
2.4	Glucona delta lactona (GDL)	26
2.5	Transglutaminase	27
2.6	Ação de microrganismos	28
2.6.1	Microrganismos deteriorantes	29
2.6.2	Microrganismos patogênicos	31
2.6.3	Microrganismos fermentadores	33
3	MATERIAL E METODOS	35
3.1	Elaboração dos produtos	35
3.2	Experimento 1 – Efeitos da glucona delta lactona no desenvolvimento do produto	38
3.2.1	Amostragem	38
3.3	Experimento 2 – Efeitos do grau de secagem no produto final	40
3.3.1	Amostragem	40
3.4	Metodologia analítica	41
3.4.1	Perda de peso	41
3.4.2	Composição centesimal	41
3.4.3	pH	42
3.4.4	Acidez	42
3.4.5	Atividade de água	42
3.4.6	Concentração residual de nitrito	43
3.4.7	Teor de cloretos	43
3.4.8	Índice de TBARS	44
3.4.9	Avaliação objetiva da cor	45
3.4.10	Avaliação instrumental da textura	46
3.5	Análises microbiológicas	46
3.5.1	Contagem total de mesófilos	47
3.5.2	Contagem total de psicotróficos	47
3.5.3	Contagem de coliformes totais e termotolerantes a 45°C	48
3.5.4	Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.	48
3.5.5	Pesquisa de estafilococos coagulase positiva	49
3.5.6	Contagem de bactéria láctica	49
3.6	Análises estatísticas	49

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1	Experimento 1: efeitos da glucona delta lactona (GDL) no desenvolvimento do produto	51
4.1.1	Caracterização da matéria-prima	51
4.1.2	Atributos físicos, químicos e físico-químicos	53
4.1.3	Análises microbiológicas	60
4.3	Experimento 2: Efeitos do grau de secagem no produto final	63
4.3.1	Atributos físicos, químicos e físico-químicos	63
4.3.2	Avaliação objetiva da cor	66
4.3.3	Avaliação instrumental da textura	67
4.3.4	Análises microbiológicas	69
5	CONCLUSÕES	71
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

Os ovinos se encontram amplamente distribuídos pelo mundo, em decorrência da sua capacidade de adaptação a uma grande variedade de ambientes. No Brasil, o maior rebanho é encontrado na região nordeste, seguida pelas regiões sul e sudeste.

Mesmo sendo bem difundida, a produção de ovinos no Brasil contribui com menos de 1,0% da produção mundial dessa carne. Tal volume de produção sequer abastece a demanda interna do país, e boa parte do que se consome é importada.

Apesar de crescente, o consumo per capita de carne ovina no Brasil ainda é pouco representativo, quando comparado ao de outras carnes, como a bovina. Uma forma de incentivar a produção desses animais e estimular o consumo dessa carne é o desenvolvimento de produtos alternativos. Atualmente são encontrados no mercado alguns produtos, como linguiças, hambúrgueres e salames, entretanto, há um esforço para desenvolver mais produtos, em vista da gama de produtos ofertados utilizando outras carnes.

Uma opção que é encontrada em outros países, mas não existe nenhum descrito no Brasil, é o desenvolvimento de um produto similar ao presunto cru. Esses produtos curados são nobres e, em sua maioria, são para um público com poder aquisitivo mais alto; têm grande saída em vendas e agradam o mercado internacional.

Os presuntos crus são produtos cárneos que têm um tempo de produção muito demorado porque apresentam umidade intermediária e, para isso, é necessário um período de secagem e maturação extenso. Outra característica desse produto é que o mesmo pode ser armazenado sem refrigeração, visto que a atividade de água desse produto é de 0,92 (BRASIL, 2000) ou abaixo e, ainda, associada a um pH baixo e teor de sal acima de 3%, permite essa forma de

armazenamento. Essas características são barreiras importantes para a inibição de microrganismos indesejáveis, como os deterioradores e patogênicos.

Uma alternativa para diminuir o tempo de elaboração desse produto é a adição de um acidificante químico, como a glucona delta lactona (GDL), na sua formulação. A GDL tem como função estabilizar e acelerar a queda do pH, o que faz com que o produto perca peso mais rápido, pois o pH mais próximo ao ponto isoelétrico da proteína reduz a capacidade de retenção de água. Esse declínio acelerado do pH pode ainda inibir microrganismos deterioradores e favorecer o desenvolvimento de microrganismos benéficos, como as bactérias fermentadoras. Isso é muito importante, pois, na fase inicial de desenvolvimento desse produto, ele está sujeito a essa proliferação mais facilmente, visto que a carne apresenta condições que favorecem esse desenvolvimento, como a atividade de água alta.

Visando facilitar para que o consumidor leve mais carne para casa, é interessante que esse produto, que geralmente é desenvolvido com pernil inteiro, seja feito com a peça desossada. Para auxiliar na união dos cortes cárneos pode-se utilizar a transglutaminase (TG), que é uma enzima que atua em um grande intervalo de temperatura e pH. O uso da transglutaminase, combinado com o uso da GDL, é uma ótima opção na formulação de produtos similares ao presunto cru, utilizando a carne desossada de ovinos.

Este trabalho foi realizado com o principal objetivo de desenvolver e caracterizar um produto curado e dessecado a partir do pernil de ovino desossado, apresentando como base a tecnologia de processamento do presunto cru, analisando os efeitos da adição de glucona delta lactona e diferentes porcentagens de perda de peso final.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção da carne ovina

A criação de ovinos para corte encontra-se disseminada por todo o mundo e consiste em uma atividade econômica importante em vários países. Quando se analisa a cadeia produtiva da carne ovina do Brasil, podem-se encontrar várias situações, de acordo com cada região e suas particularidades (BARSANTE, 2005). A criação desses pequenos ruminantes é de grande importância para as áreas rurais do nordeste brasileiro, por apresentar-se como fonte principal de lucro proveniente da comercialização da carne e do couro, além de destacar-se como importante fonte proteica (DUARTE, 2003).

Ainda que a tradição de consumir a carne ovina seja pequena entre os brasileiros e também com o consumo per capita entre os mais baixos do mundo, a produção brasileira é insuficiente para atender ao mercado interno (SOUZA, 2009).

Com relação à produção mundial, a China é o maior produtor mundial, com cerca de 2,4 milhões de toneladas, em 2006, ou 29,1% da produção mundial. A Nova Zelândia, com 361,8 mil toneladas exportadas em 2005 é o maior exportador, representando o equivalente a 42,3% das exportações mundiais. Em contrapartida, a França é o maior importador, com o correspondente a 16,9% das importações mundiais, ou seja, 135 mil toneladas (ZANELLA, 2007).

O preconceito do consumo de carne ovina existente nos centros urbanos é pequeno quando comparado ao universo de consumidores que a aceitam, não expandindo a procura por estes produtos, devido à sua oferta limitada e irregular (CAVALCANTI; SILVA, 1988). É certo que a demanda por carnes de ovinos em cortes padronizados, bem como por vísceras devidamente processadas,

embaladas e comercializadas de forma resfriada ou congelada, vem apresentando crescimento considerável nas grandes cidades do nordeste, sul e do sudeste do Brasil, principalmente nas áreas habitadas pelo segmento populacional detentor de maior poder aquisitivo (CARVALHO, 2005).

Com relação ao preço da carne ovina no mercado internacional, pode-se dizer que ela está acima da média da década passada. Os preços vêm apresentando leves reduções, refletindo ajustes na oferta, mas ainda se mantêm em níveis elevados e apresentam variações de acordo com cada país exportador, o que pode ser explicado pelo fato de os cortes e os produtos de maior valor agregado se destinarem a determinadas nações desenvolvidas. Além desse fator, as diferenças dos níveis de vida, refletidas nos padrões de consumo, também influenciam o preço de exportação (ZANELLA, 2007).

O consumidor vem apresentando preferência pela carne *in natura*, de modo que os cortes nobres alcançam bons valores de mercado em detrimento dos cortes restantes (BESERRA et al., 1999). Com o processamento da carne consegue-se agregar maior valor aos cortes não aproveitados para o consumo *in natura*, com conseqüente geração de maiores alternativas para a sua comercialização. Isso possibilita o desenvolvimento da industrialização de produtos derivados, aumentando a receita e oferta de produtos disponíveis comercialmente e contribuindo para a geração de mais empregos (NASSU, 1999).

A utilização de carnes ovinas em formulações de embutidos, juntamente com outras carnes, como carnes bovinas e ou suínas, é uma das alternativas tecnológicas propostas por Zapata (1994). Com isso, a elaboração de embutidos fermentados é uma alternativa viável de processamento, por facilitar sua difusão e comercialização na região, além de alcançar novos mercados consumidores.

2.2 Presunto cru

O presunto cru é um alimento com processo de fabricação milenar e apresenta uma gama de referências históricas, mas pouco precisas. Acredita-se que sua existência venha desde a antiguidade grega, pois os gregos tinham bons conhecimentos sobre as técnicas de salga e, entre as alusões ao presunto cru, destaca-se a de Aristófanes (445-385 a.C.) que cita, em sua comédia *Pluto*, a lamentação do deus Hermes sobre a comida que não recebe mais nos sacrifícios, e que consistia de presuntos crus. Outra referência é a de um médico do século V a.C., chamado Hipócrates, que recomendava aos enfermos que fizessem o uso de presunto cru em sua alimentação. Apesar de essas referências apontarem para a invenção do presunto cru pelos gregos, os egípcios é que dominavam a técnica de preservação de carnes. Eles salgavam patas de carneiros e, possivelmente, pernis suínos, já que o suíno era considerado doméstico na terceira dinastia (2686-2613 a.C.) (BLASCO, 1998).

De acordo com a Instrução Normativa nº 22, de 31 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA), presunto cru é definido como “um produto cárneo obtido do pernil ou corte do pernil de suínos, curado ou não, adicionado ou não de condimentos e defumado ou não”. Apresenta como ingredientes obrigatórios o pernil ou corte do pernil suíno e sal. Como ingredientes opcionais, se encaixam os açúcares, condimentos, aromas e especiarias e aditivos intencionais. Como coadjuvantes de tecnologia, podem ser utilizados cultivos iniciadores (*culturas starters*).

Os principais fatores responsáveis pela estabilidade dos presuntos crus são a baixa atividade de água ($A_w \leq 0,90$) e as baixas temperaturas na fase de salga (entre 0° e 4°C). Com o objetivo de oferecer um produto sem riscos à saúde

dos consumidores, têm sido desenvolvidas tecnologias visando à estabilidade do produto, principalmente à temperatura ambiente (ARNAU, 1998).

Ainda de acordo com a Instrução Normativa nº 22 (BRASIL, 2000), o presunto cru deve apresentar como características físico-químicas: atividade de água máxima de 0,92, gordura máxima de 20% e teor mínimo de proteína de 27%.

Alimentos de umidade intermediária, ou seja, com faixa de atividade de água (Aa) entre 0,60 e 0,90 e umidade entre 20% e 50%, permanecem estáveis, seguros e palatáveis durante prolongada estocagem sem refrigeração. Esses produtos são de especial interesse para os países em desenvolvimento, devido ao alto custo da refrigeração (FERNÁNDEZ-SALGUERO, 1995).

A atividade de água é considerada o fator estabilizante mais importante para produtos cárneos de umidade intermediária. A redução da atividade de água para valores inferiores a 0,85 estabiliza estes produtos; abaixo de 0,90, a maioria das bactérias é sensivelmente inibida, enquanto em valores abaixo de 0,83 apenas microrganismos halofílicos irão crescer (JAY, 2005). Entretanto, outros processos de conservação, como cura, defumação, cozimento e fermentação, podem ser associados à redução da atividade de água para dar maior estabilidade aos produtos (teoria dos obstáculos), permitindo a obtenção de um produto estável à temperatura ambiente (LEISTNER, 1995). Assim, o resfriamento poderia ser substituído, pelo menos parcialmente, por obstáculos ou barreiras ao desenvolvimento microbiano, em que uma redução menor na atividade de água é compensada pela ação preservativa de outros fatores, como baixos valores de pH (Tabela 1).

Tabela 1 Categoria de armazenamento de produtos cárneos, baseado em seu pH e atividade de água (a_w), segundo diretrizes da Comunidade Europeia (CE n° 77/99)

Categoria	Crítérios	Temperatura de estocagem
Estável	$a_w \leq 0,95$ e $pH \leq 5,2$; ou $a_w \leq 0,91$; ou $pH \leq 4,5$	Não necessita refrigeração
Percível	$a_w \leq 0,95$; ou $pH \leq 5,2$	$\leq 10^\circ\text{C}$
Altamente percível	$a > 0,95$ e $pH > 5,2$; ou	$\leq 5^\circ\text{C}$

Fonte: Fernández-Salguero (1995)

De acordo com a Resolução RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os padrões microbiológicos permitidos para o presunto cru são:

- a) coliformes $45^\circ\text{C}/\text{g}$: 10^3 ;
- b) estafilococos coagulase positiva /g: 5×10^3 ;
- c) *Salmonella* sp. 25 g: ausente.

2.2.2 Etapas fundamentais da elaboração do presunto cru

O fluxograma da Figura 1 demonstra as etapas fundamentais da elaboração dos presuntos crus e suas variações.

A matéria-prima básica é exclusivamente de origem animal, ou seja, carne, gorduras e outros tecidos. São utilizadas peças de carne inteiras ou pedaços identificáveis submetidos à adição de sal, especiarias e condimentos, conferindo-lhes aspecto e sabor característicos. Opta-se, geralmente, por animais mais novos, pois os mesmos apresentam melhor qualidade da carne quanto a teor de gordura e quantidade disponível de proteínas. Em carnes mais frescas

têm-se melhores rendimentos, devido à sua maior capacidade de retenção de água e por apresentarem maior quantidade de proteína miofibrilar (miosina) em estado livre (ORDOÑEZ et al., 2007).

A etapa de cura é de grande importância na elaboração desses produtos. Entende-se por cura de carnes o método de conservação de um produto por um período de tempo mais longo, por meio da adição de sal, compostos fixadores de cor como nitratos e nitritos, açúcar e condimentos, pelo qual também se obtém a melhoria das propriedades sensoriais, como sabor e aroma mais agradáveis e coloração vermelha ou rósea atraente (ROÇA; BONASSI, 1981).

Os fatores mais importantes para a obtenção de produtos estáveis, durante a elaboração dos presuntos crus, são a temperatura, que deve ser inferior a 5°C, e a duração do período de cura, pois o sal penetra lentamente na peça, reduzindo a atividade de água e estabilizando o produto (LEISTNER, 1995).

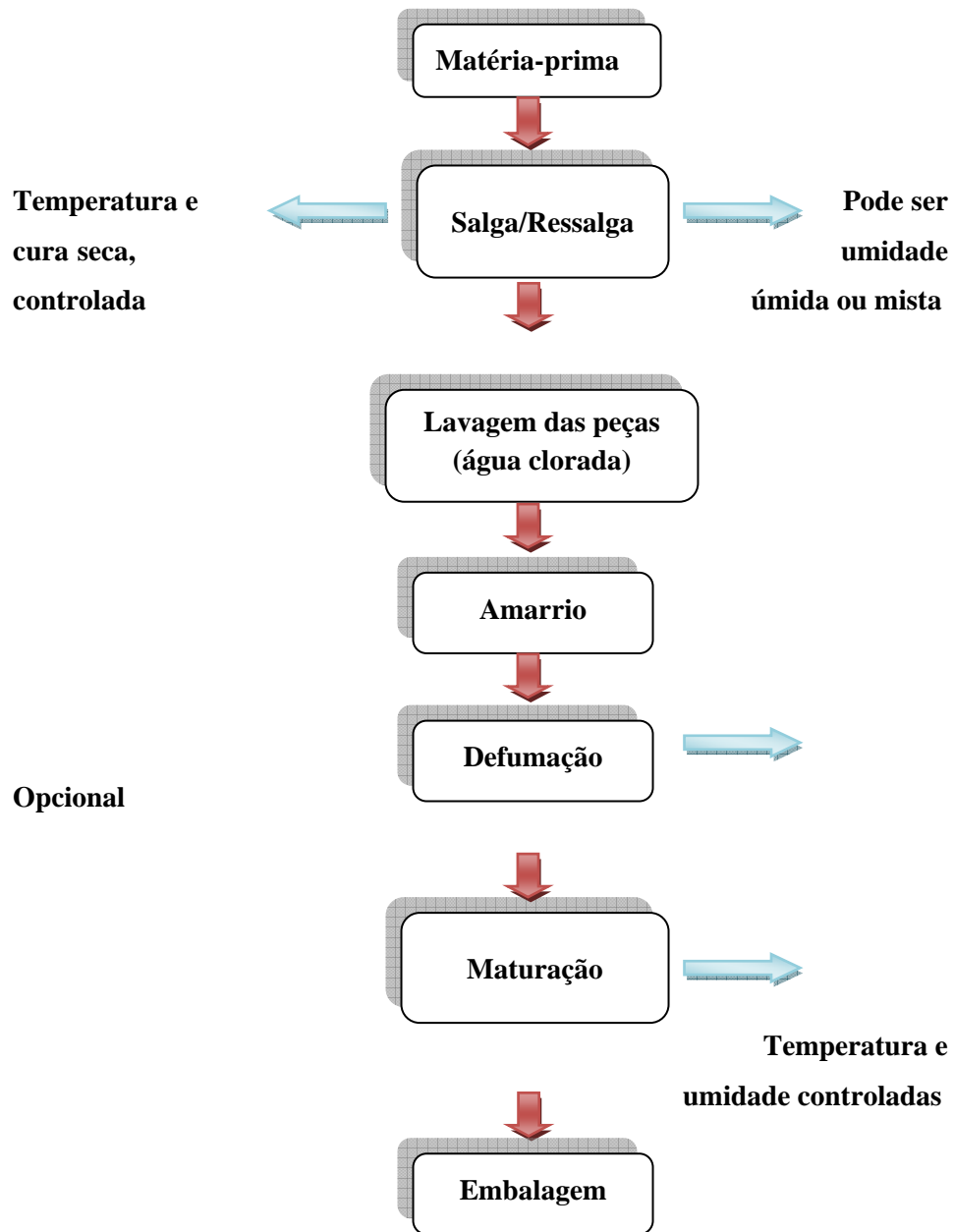


Figura 1 Fluxograma de elaboração do presunto cru

O sal (cloreto de sódio) é um importante componente nas misturas de cura, pois, a uma concentração suficiente, é responsável por inibir o crescimento microbiano ao aumentar a pressão osmótica na parte interna da carne, reduzindo a atividade de água (ROÇA, 2000). Promove também a solubilização das proteínas musculares, levando, assim, à formação de gel e textura característica, contribuindo para o sabor salgado do produto (ARNAU, 1998).

Os nitratos e os nitritos apresentam propriedades antimicrobianas e antioxidantes, além de conferirem sabor e cor característicos. Esses aditivos também inibem reações de oxidação, reduzindo, assim, o ranço. São importantes no controle do crescimento de bactérias nos produtos embalados a vácuo, pois atua de forma letal em bactérias causadoras do botulismo, o *Clostridium botulinum* e inibem a formação de toxinas nos produtos curados (TERRA; CICHOSKI; FREITAS, 2008).

São utilizados outros componentes, como os açúcares, que tem a função de conferir sabor por meio da combinação doce-salgado e também de servir como fonte de energia para as bactérias responsáveis pela redução do nitrato a nitrito. O ácido ascórbico e seus sais são úteis para melhorar e reter a cor dos produtos cárneos, nos quais irão acelerar a reação de cura ao reduzir a mioglobina (ROÇA; BONASSI, 1981).

É durante a fase de maturação que ocorre o processo de fermentação láctica, que é responsável por conferir, normalmente, um sabor mais ácido. A fermentação pode ocorrer de forma natural, através das bactérias naturais presentes na carne ou pela adição de culturas starters, como as bactérias dos gêneros *Pediococcus*, *Micrococcus* e *Lactobacillus* e espécies como *P. cerevisiae*, *P. acidilactici*, *M. aurantiacus* e *L. plantarum*, que são as mais utilizadas (KEMP et al., 1980).

A queda do pH nessa etapa torna o meio menos favorável ao crescimento dos microrganismos indesejáveis, visto que o pH abaixo de 4,0 não

é favorável para o desenvolvimento da maioria das bactérias. No entanto, existem alguns fungos que podem crescer nestas condições. Como consequência dessa queda de pH, tem-se, ainda, outro fator inibitório dessas bactérias, que é a baixa atividade de água que, juntamente com a redução do pH a valores próximos ao ponto isoelétrico das proteínas musculares (5,2-5,3), tem sua atividade reduzida. O sal adicionado à carne nesta fase pode interferir no processo de fermentação. A adição de quantidades muito elevadas ou muito baixas poderá provocar o crescimento de bactérias lácticas indesejáveis, tendo como consequência a obtenção de um produto sem as características pretendidas (BERGAMIN FILHO; COSTA; SILVEIRA, 2003).

2.3 Metodologias de elaboração de produtos secos e curados de carne ovina

Não foram encontradas, na legislação brasileira, descrição ou definições de padrões sobre a fabricação desse tipo de produto para carne ovina. E, até o momento, não foi encontrado nenhum trabalho científico nacional sobre produtos curados e dessecados de ovino. Em contrapartida, na literatura internacional, alguns produtos são citados.

No norte da Europa, uma gama de produtos cárneos curados e dessecados de ovinos é desenvolvida, provavelmente pela tradição de fabricação desse tipo de produto. O mais importante produzido nessa região é o fenalar, que é um produto curado e dessecado utilizando o pernil de cordeiro (HASETH; THORKESSON; SIDHU, 2007).

O fenalar é um produto produzido em grande quantidade na Noruega, embora exista também uma pequena produção em alguns outros países europeus. A origem do nome fenalar está na palavra “fenad”, que significa carneiro e a palavra “lar”, que significa perna, em norueguês. Nesse produto, os pernis devem ter pelo menos 3 kg. A cura é feita em caixas com salmoura, com a

combinação de sal refinado, nitrito e sal grosso, podendo-se acrescentar ervas, pimentas, mel e outros condimentos de preferência pessoal. A temperatura deve ser controlada durante a secagem até que as peças tenham perdido entre 26%-33% do seu peso. É também utilizada a defumação no seu processamento, geralmente em regiões onde o clima é mais úmido, para a melhoria do sabor, *flavor* e também para evitar o desenvolvimento de mofo (BERG, 2006).

Outro produto bastante consumido na Noruega, na parte ocidental, principalmente em festas de Natal, é o pinnekjott, nome que vem das palavras “pinne”, que significa galho de madeira e “kjott”, que é carne, em norueguês (HASETH; THORKELSSON; SIDHU, 2007). É produzido logo após o abate dos animais, para que se utilize a carne ainda fresca. Nessa carne pode ser utilizada a salga seca ou a salga úmida ou a combinação delas. É realizada em 3-4 dias, seguida de lavagem com água fresca. A carne salgada é seca à temperatura de 10°-15°C, em salas de umidade controlada por volta de 65%-75%, durante 6 a 7 semanas, sendo feita a defumação (SARRAGA; GIL; GARCIA-REGUEIRO, 1993).

O hangikjot é usualmente produzido na Islândia e consumido, geralmente, em jantares festivos, como no Natal e na Páscoa. São utilizadas diversas parte da carcaça de ovinos no processamento e diferentes métodos de salga, usando-se a combinação de nitrato e nitrito e outros ingredientes, como ascorbato e fosfatos. O tempo da salmoura é de 1 a 6 dias e a defumação é feita no tempo de 1 a 5 dias e o produto pode ser consumido cru ou cozido. Como o consumo de produtos defumados é muito alto nessa região, esse produto também é submetido à defumação, que é feita até que ocorra a perda de 30%-35% do peso total (HASETH; THORKELSSON; SIDHU, 2007).

Skerpikjot é um produto que não utiliza nem a salga e nem a defumação na sua elaboração. Ele é feito de carne ovina exposta à temperatura ambiente durante o inverno na Islândia, durante os meses de outubro e março, quando a

temperatura fica em torno de 5° a 10°C. A carne fica exposta durante esse período ou até que perca até 35% do seu peso. Esse produto apresenta segurança alimentar questionável, devido à sua forma de processamento, mas autoridades vêm desenvolvendo boas práticas de fabricação desses produtos (SARRAGA; GIL; GARCIA-REGUEIRO, 1993).

2.4 Glucona delta lactona (GDL)

Em embutidos crus, a queda do pH durante a fase de maturação é um fenômeno bastante favorável. Essa queda é proveniente da quebra de carboidratos feita por microrganismos produtores de ácido lático, dos quais alguns produzem outros tipos de ácidos. Na ausência de uma flora microbiana adequada para a maturação desses produtos, pode não acontecer a queda do pH ou que a mesma seja reduzida. Diante desse problema, desenvolveu-se uma substância química capaz de provocar a queda do pH, a glucona delta lactona (GDL) ou D-glucônico ácido delta-lactona ou glucono-delta-lactona, cuja fórmula química é $C_6H_{10}O_6$ (FREY, 1983).

A GDL é um aditivo alimentar usado como acidificante na indústria alimentícia. É um éster que se hidrolisa formando ácido glucônico, conferindo um sabor picante aos alimentos, embora tenha cerca de um terço da acidez do ácido cítrico. Quando puro, é um pó cristalino de coloração branca e inodoro, comumente encontrado no mel, frutas, sucos e vinhos. É metabolizada em glicose, em que 1 g de GDL rende aproximadamente a mesma quantidade do metabolismo energético que 1 g de açúcar. A taxa de hidrólise do GDL é aumentada pelo calor e pela alta do pH (GOZZO; CUNHA; MENEGALI, 2009).

A GDL estabiliza e acelera a queda do pH por meio de fenômenos puramente químicos. Como consequência da queda do pH em direção ao ponto

isoelétrico, a carne perde bastante água, apresentando rápida perda de peso na fase inicial da maturação. Ela também apresenta influência positiva sobre a coloração do produto, visto que torna mais favorável e intensa a redução do nitrito a óxido nítrico (FREY, 1983).

O processo de acidificação utilizando GDL é mais facilmente controlado que o microbiano, pois o pH final do sistema depende da quantidade de lactona adicionada, enquanto as bactérias produzem ácido até serem inibidas pelo baixo pH (BRAGA; CUNHA, 2005).

A GDL, por abaixar rapidamente o pH, inibe o crescimento de microrganismos deterioradores e estimula a proliferação dos microrganismos benéficos, como os fermentadores. No entanto, alguns microrganismos nocivos também podem desenvolver-se, como diversas espécies de lactobacilos formadores de peróxidos que, durante a maturação, podem causar ranço ou defeitos na cor (FREY, 1983).

Quando utilizada de forma inadequada, como, por exemplo, em grandes quantidades, pode-se observar o aparecimento de alguns defeitos, como uma coloração deficiente, sabor excessivamente ácido, ranço, ressecamento e descamação da superfície (FREY, 1983).

2.5 Transglutaminase

A transglutaminase (TG) (glutaminil-peptídeo: amina γ -glutamyltransferase) é uma enzima altamente funcional e está amplamente distribuída na natureza, sendo encontrada em tecidos animais e em plantas, sendo também produzida por fermentação microbiana e aplicada em diversos tipos de processamento alimentar. Com isso, tiveram início novos estudos por meio da produção da transglutaminase por meio de fermentação microbiológica, cujo microrganismo produtor responsável foi classificado como

Streptovercillium mobaraeense (KURAIISHI; YAMAZAKI; SUSU, 2001; TAKAGI et al., 1996).

A TG pode atuar acelerando a reação de acil-transferase entre os grupos γ -carboxiamida dos resíduos ligados em proteínas ou aminas primárias. Pode também formar ligações cruzadas entre moléculas de proteínas e, ainda, catalisar a deaminação de resíduos glutamínicos, quando em ausência de aminas primárias, tendo a água como acil receptor (MOTOKI; KUMAZAWA, 2000; ZHU et al., 1995).

A TG consegue atuar em um intervalo grande de temperatura (entre 1° a 60°C), em que sua temperatura ótima de atuação é de 50°C e começa a ser inativada quando aquecida a temperatura acima de 65°C. Pode atuar em temperaturas abaixo de 10°C e pH entre 5 e 8 (MOTOKI; SEGURO, 1998).

Na indústria alimentícia, sua aplicação é muito ampla, visto que sua atuação acontece em todo tipo de alimento proteico, como os produtos cárneos e lácteos. Nesses alimentos ela aumenta a capacidade de gelatinização, viscosidade, emulsificação, estabilidade térmica e capacidade de retenção de água (SAKAMOTO; KUMAZAMA; MOTOKI, 1994).

2.6 Ação de microrganismos

Quando se pensa em microrganismos em carnes, basicamente se está fazendo referência a bactérias, pois fungos e leveduras são muito restritos nas carnes, sendo encontrados, na maioria das vezes, em derivados cárneos, nos quais as bactérias não podem crescer ou têm muita dificuldade para se desenvolver, como no caso de produtos salgados ou curados, como presuntos crus e salames. Em suma, as bactérias desempenham três papéis em carnes: agentes deterioradores, agentes patogênicos e agentes de fermentação, muito

utilizados na indústria cárnea, cujos principais microrganismos utilizados são bactérias dos gêneros *Staphylococcus* e *Micrococcus* (PORTO, 2006).

2.6.1 Microrganismos deteriorantes

A carne, por ser um alimento de umidade alta (75%), alto teor proteico (19%) e variado teor de lipídios, oferece ótimas condições para o desenvolvimento microbiano, principalmente de bactérias deteriorantes, pois as mesmas são proteolíticas (PORTO, 2006).

As bactérias deterioradoras podem ser classificadas em três grupos, de acordo com a sua faixa de temperatura de crescimento. Assim, têm-se as mesófilas, com temperatura ótima de crescimento entre 30° e 45°C; as psicotróficas, com temperatura ótima de crescimento entre 25°-30°C e psicrófilas, com a temperatura ótima de crescimento entre 12°-15°C. As alterações causadas pela deterioração bacteriana podem ser observadas de acordo com os metabólitos produzidos durante o crescimento bacteriano (INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS - ICMSF, 1985; JAY, 2005).

A presença de microrganismos mesófilos em grande quantidade no produto é um indicativo de muita contaminação, limpeza e sanificação insuficiente durante o processamento e armazenamento inadequados durante a produção ou a conservação dos alimentos (JAY, 2005). Neste grupo são encontrados os coliformes totais e termotolerantes a 45°C. Coliformes totais são enterobactérias cuja origem está o intestino e no ambiente, que crescem a temperaturas de 35°C e produzem gás. Sua presença pode ser um indicativo da contaminação do ambiente em que foi obtida a carne e processado o produto (PORTO, 2006).

As bactérias termotolerantes a 45°C formam um subgrupo dos coliformes totais e sua origem está, exclusivamente, no intestino humano e no de animais. Caracterizam-se por crescerem a temperaturas de 45°C e por fermentarem a lactose produzindo gás. São utilizadas como um indicador sanitário em carnes e podem conter cepas patogênicas, como algumas de *Escherichia coli* (ICMSF, 1985, 1996; JAY, 2005; PORTO, 2006). A esse grupo pertencem os gêneros *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, sendo a cepas de *Enterobacter* e *Klebsiella* de origem não fecal. Por isso que *E. coli* é a mais conhecida. Sendo seu hábitat o trato gastrointestinal ela é a indicadora de contaminação fecal, em alimentos processados (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

A presença de coliformes nos alimentos é de grande importância para a indicação de contaminação durante o processo de fabricação ou, mesmo, pós-processamento. Segundo Franco, Landgraf e Destro (2005), os microrganismos indicadores são grupos ou espécies que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial de um alimento, além de poder indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, a produção ou o armazenamento.

A presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos processados, segundo Silva, Junqueira e Silveira (2001), é considerada uma indicação útil de contaminação pós-sanitização ou pós-processo, e práticas de higiene e sanificação aquém dos padrões requeridos para o processamento de alimentos. A maioria dos coliformes é encontrada no meio ambiente; essas bactérias possuem limitada relevância higiênica.

Os coliformes representam o grupo de coliformes totais que incluem as bactérias na forma de bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios facultativos e capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48

horas, a 35°C. Existem aproximadamente 20 espécies que, em sua maioria, têm origem no trato intestinal de humanos e animais de sangue quente. Os coliformes fecais (termotolerantes) têm a capacidade de fermentar a lactose em temperaturas mais elevadas, em torno de 44,5° a 45,5°C, com produção de gás em 24 horas (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

Outro grupo de microrganismos deteriorantes são os psicotróficos, que se desenvolvem em temperaturas baixas, geralmente abaixo de 20°C, alguns crescendo a temperaturas abaixo de 0°C (BLACK, 2002; COLLINS, 1981). Podem ser obrigatórios, ou seja, que não crescem em temperaturas acima de 20°C ou podem ser facultativos, ou seja, que se desenvolvem melhor em temperaturas abaixo de 20°C. Os psicotróficos têm grande importância como deterioradores e como patogênicos, mas, em alimentos, os mais preocupantes são os patogênicos (JAY, 2005).

2.6.2 Microrganismos patogênicos

A *Salmonella* é um microrganismo patogênico de grande importância em carnes, visto ser a maior responsável por toxinfecções alimentares humanas (TRABULSI, 1999).

Segundo Carvalho (2005), a ocorrência e a quantidade de *Salmonella* presente na carne variam de acordo com as condições de manejo durante a criação e com os cuidados higiênicos nas operações de abate dos animais e posterior manipulação das carcaças. Apesar dos avanços tecnológicos, a carne de frango ainda é passível de contaminação bacteriana, especialmente por microrganismos do gênero *Salmonella* que se encontram albergados no trato intestinal, podendo contaminar as carcaças, bem como outros produtos, caso o processo de abate não seja realizado com cuidados higiênicos.

Ainda de acordo com o mesmo autor, as salmonelas são as maiores responsáveis por toxinfecções alimentares humanas. No mundo, elas representam de 10% a 15% de casos de gastroenterite aguda. São fontes mais comuns destes surtos alimentares as aves, os ovos, as carnes, os produtos de carne e o chocolate.

Intoxicações alimentares causadas por *Salmonella* spp. ocorrem mesmo em países desenvolvidos. No Brasil, supõe-se que a ocorrência de salmonelas seja relevante, devido às deficiências de saneamento básico e às más condições higiênico-sanitárias da maioria da população, aliadas ao precário controle de qualidade de algumas indústrias alimentícias e de pequenos abatedouros de aves (FUZIHARA; FERNANDES; FRANCO, 2000).

Outra bactéria patogênica de igual importância é o *Staphylococcus*, bactéria gram-positiva, aeróbica, que cresce em temperatura ótima de 25°C a 30°C e tolera elevada concentração de cloreto de sódio. Não produz ácido láctico, é nitrato redutora e possui como característica a catalase positiva (GRIS; BORTOLUZZI; SANTOS, 1999).

O *S. aureus* é um microrganismo que se desenvolve na carne quando as condições higiênicas são inadequadas, produzindo uma toxina que provoca problemas digestivos e estomacais no consumidor. O desenvolvimento de *S. aureus* é inibido quando se utiliza GDL. O *S. aureus* não se desenvolve com pH inferior a 5,3. A ação benéfica da GDL não se resume apenas na redução do pH, mas também na inibição do desenvolvimento de microrganismos patogênicos (FORSYTHE, 2002).

Os alimentos que são contaminados com maior frequência são carnes processadas, cremes de leite, saladas de batata e sorvete. Uma vez contaminado, se o alimento permanecer sem refrigeração, ocorrerá o crescimento da bactéria. As amostras de *S. aureus* que contaminam os alimentos são, geralmente, provenientes de indivíduos que manuseiam esses alimentos, podendo ser

portadores assintomáticos ou indivíduos que têm algum tipo de infecção. Os sintomas da intoxicação alimentar estafilocócica consistem em náuseas, vômitos, diarreia e dores abdominais (TRABULSI, 1999).

2.6.3 Microrganismos fermentadores

O principal grupo responsável pela fermentação de carnes são as bactérias lácticas, sendo constituído de seis gêneros de bactérias acidúricas, gram-positivas, catalase negativa e microaerófilas: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* e *Enterococcus*. São microrganismos relacionados com a produção de alimentos de média e alta acidez, da qual podem participar como coadjuvantes da fabricação (culturas starters) ou como deteriorantes, respondendo por perdas significativas na indústria (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

As bactérias lácticas são basicamente mesófilas (com algumas linhagens termófilas) e são capazes de crescer num intervalo de temperatura de 5° a 45° C. Podem crescer em pH de 3,8 e são proteolíticas, fastidiosas em relação a alguns aminoácidos. São assim chamadas por produzirem ácido láctico. Essas bactérias produzem vários fatores antimicrobianos, tais como ácido láctico, acético e propiônico, os quais interferem na força promotora e dos mecanismos de transporte ativo da membrana citoplásmica bacteriana (FORSYTHE, 2005). A nisina, bacteriocina produzida por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, apresenta baixa eficácia na biopreservação de carnes, devido à sua baixa solubilidade, distribuição desuniforme e baixa estabilidade.

De acordo com Bromberg et al. (2006), bactérias lácticas, originalmente isoladas de carnes e produtos cárneos, são os microrganismos mais indicados para serem utilizados na intensificação da segurança microbiológica destes alimentos. Estas bactérias são adaptadas às condições das carnes e devem ser

mais competitivas, comparativamente às bactérias lácticas provenientes de outras fontes.

3 MATERIAL E METODOS

O presente projeto foi desenvolvido no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. O trabalho foi elaborado em duas etapas. A primeira etapa constou da elaboração de dois produtos, com e sem adição de glucona delta lactona (GDL), com grau de secagem de 50% e com quatro repetições cada um. Na segunda etapa foram elaborados quatro produtos: com adição de GDL e grau de secagem de 40%; com adição de GDL e grau de secagem de 50%; sem adição de GDL e grau de secagem de 40% e sem adição de GDL e grau de secagem de 50%, com quatro repetições cada um. Na primeira etapa foram comparados os efeitos da adição da GDL no processamento e, na segunda etapa, comparou-se a influência da adição de GDL nos diferentes graus de secagem do produto.

3.1 Elaboração dos produtos

A matéria-prima carne utilizada para a elaboração dos produtos foi obtida da desossa manual de 32 pernis de ovinos machos e fêmeas, provenientes da raça Santa Inês, abatidos com 60 dias de idade. O peso dos pernis com osso eram de $1,66 \pm 0,648$ kg.

O processamento dos produtos baseou-se no que foi descrito por Bergamin Filho et al. (2010), sendo a salga, no entanto, realizada por injeção de salmoura (Figura 2).

Os pernis foram descongelados a 4°C e, em seguida, desossados. Foi feita desossa manual que consistiu na separação de pedaços cárneos sem tamanho determinado, com consequente remoção do excesso de gorduras, nervos, aponeuroses e hematomas presentes. Para a primeira e a segunda etapa, esses pedaços cárneos provenientes dos pernis foram aleatoriamente dispostos

em porções de aproximadamente 4 kg para a condução dos tratamentos, dispondo 4 kg para o tratamento sem adição de glucona delta lactona (GDL) e 4 kg para o tratamento com a adição da GDL, para, posteriormente, serem separadas as repetições com 1 kg cada uma. Na primeira etapa foram amostrados produtos com grau de secagem de 40% e, na segunda etapa, foram amostrados produtos com grau de secagem de 50% para análises de avaliação da qualidade tecnológica.

Para as duas etapas, o processamento foi da mesma forma. Na primeira etapa, os produtos foram finalizados com grau de secagem de 50% e, na segunda etapa, os produtos também foram finalizados com grau de secagem de 40%.

As peças cárneas foram injetadas com 20% de salmoura, contendo 20% de cloreto de sódio, 1% Curamax C (nitrito, nitrato e sal - New Max Industrial Inc., São Paulo) e 3% de açúcar. Para o tratamento com GDL, a salmoura continha ainda 2% deste aditivo (Sigma-Aldrich Brazil). As carnes injetadas foram mantidas sob refrigeração (4°C), por 24 horas. Após esse período, foram transferidas para uma misturadeira (Modelo MJ35, Indústrias Jamar Ltda., São Paulo) e adicionadas de 0,05% (em relação à massa cárnea) de solução de Transglutaminase Activa GS® (TG) 25% (a TG foi dissolvida em água destilada gelada para evitar a sua coagulação instantânea). Após 15 minutos de mistura, os pedaços cárneos foram embalados a vácuo, em embalagens plásticas, em porções de 1 kg e acomodadas em formas metálicas para presunto e mantidas sob refrigeração (4°C) por 48 horas, para equalização.

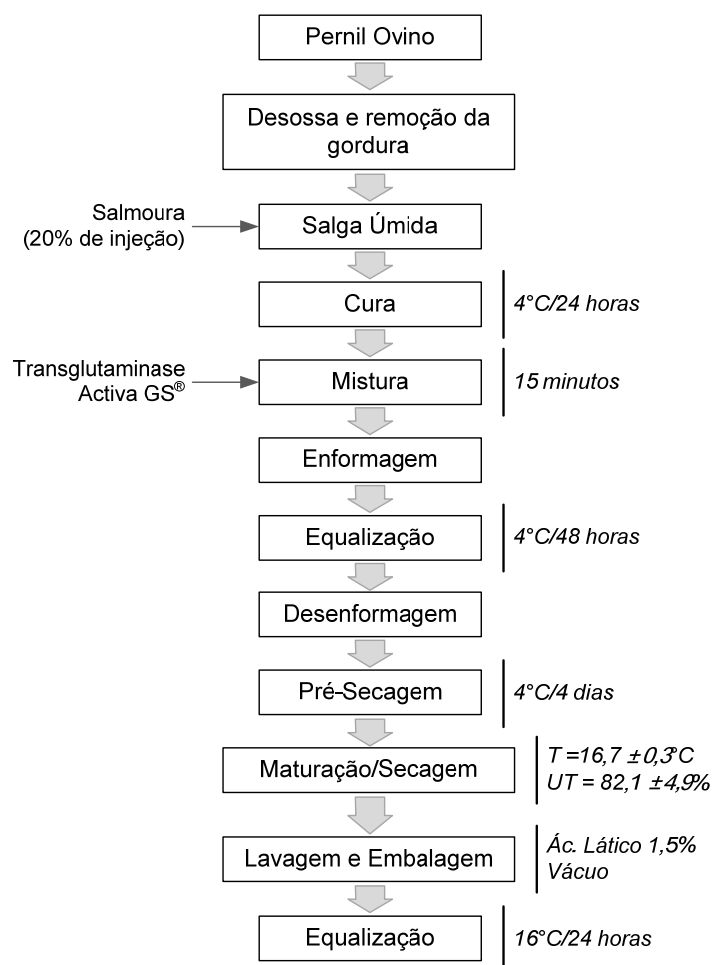


Figura 2 Fluxograma da elaboração do pernil ovino desossado, curado e dessecado

Os produtos foram, então, removidos das formas, desembalados e colocados sob refrigeração ($4,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $64,6 \pm 7,8$ %UR), por quatro dias, para uma pré-secagem. Após este período, as peças foram cobertas por uma pasta constituída de toucinho e 2% de cloreto de sódio, para evitar o ressecamento excessivo da parte externa do produto, e acondicionados em BOD (modelo

EL202, ELETROLAB), sob condições de temperatura controlada ($16,7\pm 0,3^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa constante ($82,1\pm 4,9\% \text{UR}$), para a maturação/secagem.

Durante a secagem do produto, a perda de peso das peças foi acompanhada em intervalos de cinco dias entre as pesagens. Ao atingirem a perda de peso desejada (40 ou 50%), as peças foram lavadas com água destilada morna ($\pm 40^{\circ}\text{C}$) e 100 ml de ácido láctico 1,5%, sendo seca com papel toalha, embaladas a vácuo e novamente mantidas sob a temperatura de 16°C por 24 horas, para equalização final da peça, quando o produto foi considerado acabado.

O grau de secagem de 50% foi definido devido ao fato de produtos curados e dessecados serem tradicionalmente secos até uma perda de peso de 30%. Visto terem sido injetados 20% de salmoura nos produtos, a perda de peso de 50% equivale à perda de 20% correspondente à salmoura injetada e 30% correspondente ao peso do produto sem a salmoura.

3.2 Experimento 1 – Efeitos da glucona delta lactona no desenvolvimento do produto

Este experimento teve como objetivo avaliar os efeitos da adição de glucona delta lactona no desenvolvimento do produto.

3.2.1 Amostragem

Para avaliação do processo de elaboração, foram conduzidas amostragens na matéria-prima (MP), antes (A) e após (B) a pré-secagem e no produto acabado (C) (Figura 3).

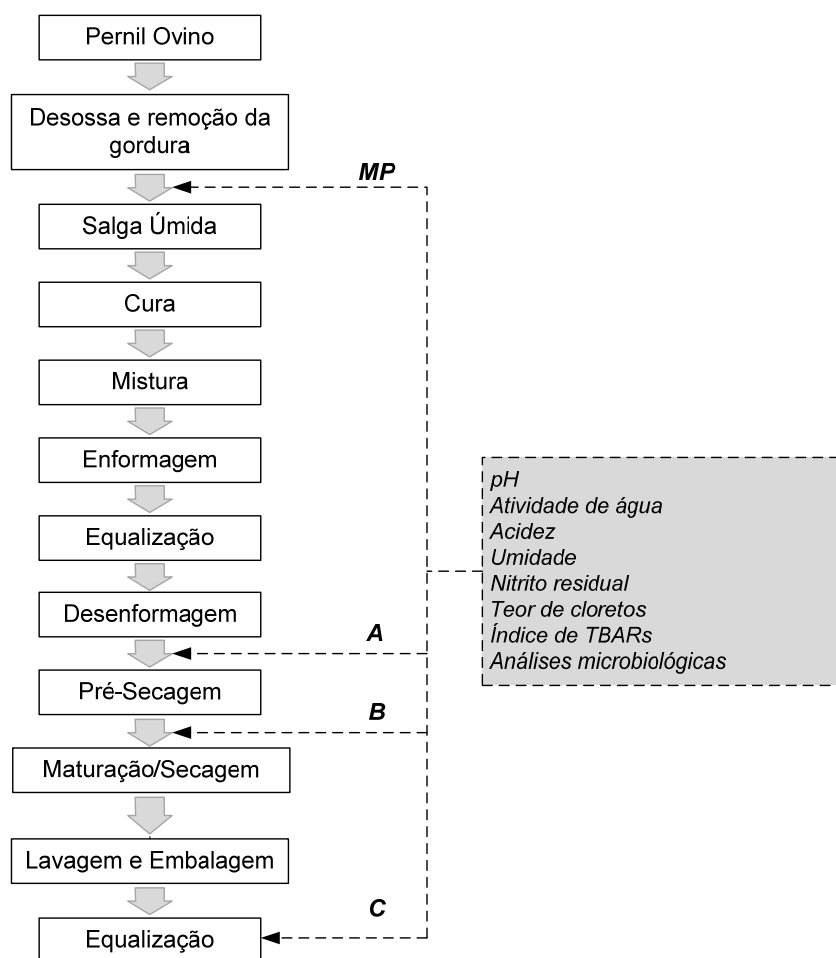


Figura 3 Fluxograma das etapas do processamento e indicação dos pontos de amostragem (MP, A, B e C) para a condução das análises

Os produtos foram cortados ao meio e obtida uma fatia de 5,0 cm, da qual foram retiradas as amostras para as análises de umidade, concentração residual de nitrito e teor de cloretos. Outras duas fatias, com 1,5 cm cada, foram retiradas, sendo uma para análise microbiológica (contagem total de psicotróficos, mesófilos e de bactérias lácticas, contagem de coliformes totais e

termotolerantes a 45°C) e a outra para as análises de pH, acidez, índice de TBARS e atividade de água.

Na matéria-prima também foi feita pesquisa de *Salmonella* sp. e nos produtos finais foi feita pesquisa de *Salmonella* sp. e estafilococos coagulase positiva, além das enumerações mencionadas acima.

3.3 Experimento 2 – Efeitos do grau de secagem no produto final

Este experimento teve como objetivo avaliar os efeitos dos diferentes graus de secagem (40% e 50% de perda de peso) no produto final.

3.3.1 Amostragem

Para avaliação do grau de secagem no produto final, foram conduzidas amostragens nos produtos com 40% e 50% de perda de peso. Os produtos foram cortados ao meio e obtida uma fatia de 5,0 cm, da qual foram retiradas as amostras para a análise de composição centesimal (umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas), concentração residual de nitrito e teor de cloretos. Outras duas fatias, com 1,5 cm cada, foram retiradas, sendo uma (mais próxima do centro da peça) obtida para avaliação objetiva da cor, pelo sistema CIELAB e avaliação instrumental da textura, pela análise de perfil de textura (TPA) e a outra para as análises de pH, acidez, índice de TBARS e atividade de água. Uma terceira fatia de 1,5 cm também foi obtida para análise microbiológica (contagem total de psicotróficos, mesófilos e de bactérias lácticas, contagem de coliformes totais e termotolerantes a 45°C).

3.4 Metodologia analítica

A seguir, estão descritas as análises utilizadas para os dois experimentos.

3.4.1 Perda de peso

A perda de peso durante o processamento foi acompanhada pesando-se os produtos após serem colocados para maturação, em intervalos de 5 dias, sendo expressa em relação ao peso inicial de cada peça.

$$\text{Perda de peso (\%)} = \frac{(P_i - P_f) \times 100}{P_i}$$

em que

P_i = peso inicial da peça, em g;

P_f = peso final da peça, em g.

Durante o processamento, a umidade das peças também foi avaliada.

3.4.2 Composição centesimal

A composição centesimal da matéria-prima e do produto final foi determinada segundo as metodologias oficiais da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (1995) para produtos cárneos, sendo: umidade, em estufa, a 105°C (AOAC 950.46B); gordura, pelo método de Soxhlet (AOAC 960.99); proteína, pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC 960.52) e cinzas, em mufla a 550°C (920.153).

3.4.3 pH

A medida do pH foi realizada em triplicata, de acordo com metodologia descrita por Terra e Brum (1987). Cerca de 10 g da amostra foi homogeneizada em 100 mL de água destilada por um minuto, utilizando-se um aparelho tipo Turrax (Turratec TE 102, TECNAL). Imediatamente após a homogeneização, um eletrodo combinado de vidro, acoplado a um pHmetro digital (DM20, Digimed), foi imerso na solução e mantido por exatos cinco minutos (tempo para estabilizar a solução), quando procedeu-se a leitura.

3.4.4 Acidez

A acidez das amostras foi determinada segundo metodologia descrita por Terra e Brum (1987), com pequenas modificações. Após leitura do pH, a solução do item 3.4.3 foi filtrada e o volume completado para 250 mL, com água destilada. Uma alíquota de 50 mL do filtrado foi obtida e titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1N, utilizando a fenolftaleína como indicador. A acidez foi expressa em percentual equivalente a ácido láctico.

3.4.5 Atividade de água

A determinação da atividade de água (Aa) dos produtos foi determinada por meio do aparelho da Aqualab Química (1997) (modelo CX2, Decagon Devices Inc.), que utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado para medir a atividade de água de um produto.

3.4.6 Concentração residual de nitrito

A concentração residual de nitrito no produto foi determinada segundo a metodologia oficial número 973.31 da AOAC (1995), para produtos cárneos, em que 10 g de amostra foram pesadas e homogeneizadas com 40 mL de água destilada a 80°C. Essa solução foi transferida para um balão de 500 mL, com lavagens sucessivas, utilizando-se água destilada a 80°C até o volume de ± 300 mL. Em seguida, o balão foi submetido a banho-maria, a 80°C, por 2 horas, sendo agitado ocasionalmente. Após esse tempo, os balões foram retirados e resfriados à temperatura ambiente. Já frio, o volume do balão foi completado com água destilada e a solução foi filtrada. Retiraram-se 45 mL do filtrado para um tubo Falcon de 50 mL, ao qual foram adicionados 2,5 mL do reagente de sulfanilamida e homogeneizou-se. Aguardou-se pelo tempo de 5 minutos, adicionaram-se 2,5 mL de reagente NED (N-(1-naftil) etilenodiamino), homogeneizou-se e manteve-se em repouso por 15 minutos. Em seguida, fez-se a leitura em espectrofotômetro a 540 nm. A análise das amostras foi feita em triplicatas.

Os valores de nitrito residual foram expressos em partes por milhão (ppm), por meio da curva padrão de nitrito de sódio.

3.4.7 Teor de cloretos

O teor de sal (NaCl) foi determinado segundo a metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1981). Pesaram-se 3 g de amostra e carbonizou-se. Em seguida, incinerou-se em forno mufla, a 550°C, até a obtenção de cinzas claras. Após resfriar, aos cadinhos foram adicionados 3 gotas de solução de ácido nítrico (1+9), para facilitar a dissolução das cinzas e 10 mL de água destilada quente (80°C) e a solução

filtrada. O papel de filtro e o cadinho foram lavados com 100 mL de água destilada quente (80°C) e o filtrado completado para um volume de aproximadamente 110 mL. Foi adicionado 1 mL de solução de cromato de potássio 5% e procedeu-se a titulação com solução de nitrato de prata 0,1 N, até a coloração vermelho-tijolo. A porcentagem de sal foi obtida por meio dos cálculos:

$$\% \text{ cloretos em NaCl} = \frac{V \times f \times N \times 100 \times 0,0585}{p}$$

em que

V= mL de solução de nitrato de prata 0,1N gastos na titulação;

f = fator da solução de nitrato de prata 0,1N;

p = massa da amostra em gramas ou na a;

N = normalidade da solução de nitrato de prata 0,1N;

0,0585 = miliequivalente grama do cloreto de sódio na normalidade trabalhada

3.4.8 Índice de TBARS

O grau de oxidação lipídica foi mensurado por meio do índice de TBAR, seguindo metodologia proposta por Raharjo, Sofos e Schmidt (1992), com pequenas modificações. Três porções de 10 g de amostra foram coletadas e trituradas, adicionadas de 40 mL de ácido tricloroacético a 5% (TCA 5%) e 1 mL de antioxidante BHT 0,15% (em etanol) e homogeneizadas, por 1 minuto, em Polítron. A seguir, procedeu-se a filtração e o volume foi ajustado para 50 mL, em balão volumétrico, com TCA 5%. Alíquotas de 2 mL foram retiradas, adicionadas de 2 mL do reagente de TBA 0,08 M, homogeneizadas e submetidas

a banho-maria fervente por exatos 5 minutos. Após resfriar em água corrente, foi conduzida a leitura da absorbância a 531 nm.

Os valores de TBARS foram expressos em miligramas de malonaldeído (MA) por kg de amostra (mg MA.kg^{-1}), por meio da curva padrão de 1,1,3,3-tetraepoxipropanol (TEP).

3.4.9 Avaliação objetiva da cor

A avaliação objetiva da cor foi conduzida com o auxílio de um colorímetro portátil (Chroma Meters CR-300, Konica Minolta Sensing Inc.), seguindo as recomendações sugeridas por Ramos e Gomide (2007) para produtos curados. Para o cálculo dos índices de cor, foram estabelecidos o iluminante D65 e o sistema de cor CIELAB, sendo a luminosidade da amostra representada pelo valor de L^* (0-100), a quantidade de vermelho ($+a^*$) e verde ($-a^*$) pelo valor de a^* e a quantidade de amarelo ($+b^*$) ou azul ($-b^*$) pelo valor de b^* .

Os índices de saturação (C^*) e o ângulo de tonalidade (h^*) foram calculados pelas seguintes fórmulas (RAMOS; GOMIDE, 2007):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2};$$
$$h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

Foram feitas três leituras em pontos distintos da parte interna do produto e três leituras em pontos distintos da parte externa do produto.

3.4.10 Avaliação instrumental da textura

Amostras de cada tratamento foram analisadas pelo teste de análise de perfil de textura (TPA), em um texturômetro TA.XT2i Texture Analysis (Stable Micro System Inc.) conectado a um computador equipado com o programa *Texture Expert*[®].

O teste de TPA foi conduzido segundo o procedimento descrito por Ramos e Gomide (2007) para produtos curados, com pequenas modificações. Oito amostras (replicatas) foram cortadas em cubos de 1,0 cm de aresta e comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho, com um prato de compressão de 7,5 cm de diâmetro. Não houve tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação com o tempo foi obtida a uma velocidade de compressão de 60 mm/minuto (1 mm/s), a partir da qual foram gerados seis parâmetros de textura, segundo Ramos e Gomide (2007): dureza (N), fraturabilidade (N), flexibilidade (mm), coesividade, adesividade (N.mm) e mastigabilidade (N.mm)

3.5 Análises microbiológicas

Para as análises microbiológicas foram pesados 25 g de cada amostra, sendo adicionados 225 mL de água peptonada a 0,1%, seguindo-se de homogeneização da mesma em Stomacher, obtendo-se, assim, a diluição inicial 10^{-1} . Diluições decimais sucessivas foram preparadas em tubos contendo 9 mL de água peptonada 0,1%, utilizando-se a técnica de transferência de 1 mL da amostra.

Todas as análises seguiram técnicas citadas por Silva, Junqueira e Silveira (2001).

3.5.1 Contagem total de aeróbios mesófilos

A contagem total de aeróbios mesófilos foi feita em placas contendo ágar padrão para contagem (PCA). Para cada amostra foram plaqueadas pelo menos três diluições seriadas, utilizando duas placas para cada diluição. Em cada placa foi adicionada uma alíquota de 1mL de cada diluição e derramando-se pequena quantidade de ágar PCA em placas de Petri, utilizando o método de plaqueamento em profundidade ou *pour plate*. Em seguida, as placas foram incubadas invertidas em BOD a 35°C, por 48 horas. Foram consideradas para contagem somente as placas da mesma diluição que apresentaram de 25 a 250 colônias, multiplicando-se a sua média aritmética pelo respectivo fator de diluição e expressando-se o resultado em Unidades Formadoras de Colônias/g de amostra (UFC/g).

3.5.2 Contagem total de psicotróficos

A contagem total de psicotróficos foi feita em placas contendo ágar padrão para contagem (PCA). Para cada amostra foram plaqueadas pelo menos três diluições seriadas, utilizando duas placas para cada diluição. Em cada placa foi adicionada uma alíquota de 0,1mL de cada diluição e espalhada sobre a superfície do meio sólido com o auxílio de uma alça de Drigalsky. As placas inoculadas foram incubadas a 7°C, por 10 dias. Foram consideradas para contagem somente as placas da mesma diluição que apresentaram de 25 a 250 colônias, multiplicando-se a sua média aritmética pelo respectivo fator de diluição e expressando o resultado em Unidades Formadoras de Colônias/g de amostra (UFC/g).

3.5.3 Contagem de coliformes totais e termotolerantes a 45°C

Os coliformes totais foram quantificados utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas da amostra em série de três tubos contendo tubos de Durhan e caldo lauril sulfato triptose (LST), seguido de posterior incubação, a 35°C, por 24 a 48 horas. Foram considerados positivos os tubos que apresentaram turvação e formação de gás.

Para a enumeração de coliformes termotolerantes a 45°C, alíquotas das amostras foram transferidas dos tubos positivos para coliformes totais para tubos contendo caldo *Escherichia coli* (caldo EC). Os tubos de caldo EC foram incubados em banho-maria, a 45°C, por 24 a 48 horas, sendo considerados positivos os tubos que apresentaram turvação e formação de gás.

3.5.4 Pesquisa de *Salmonella* sp.

Para a determinação de presença de *Salmonella* sp. foi realizada a etapa de pré-enriquecimento, sendo 25 g de cada amostra adicionadas a 225 mL de água peptonada tamponada e incubadas a 37°C, por 24 horas.

Após o pré-enriquecimento, alíquotas de 1 mL de água peptonada tamponada foram transferidas para tubos contendo 9 mL de caldo Rappaport e caldo tetracionato, os quais foram incubados a 37°C, por 24 horas. Os caldos de enriquecimento foram estriados em placas contendo ágar Rambach e incubados, a 37°C, por 24 horas. As cepas isoladas foram submetidas aos testes bioquímicos: crescimento em ágar tríplice açúcar ferro (TSI) e em ágar ferro lisina (LIA) e coloração de Gram, para a identificação presuntiva da presença do microrganismo.

3.5.5 Pesquisa de estafilococos coagulase positiva

Para a pesquisa de estafilococos coagulase positiva, alíquotas de 0,1 mL de cada diluição selecionada foram semeadas, com alça de Drigalsk, sobre a superfície do ágar Baird-Paker (BP). As placas de Petri foram incubadas, a 37°C, por 24 a 48 horas. Colônias típicas foram retiradas e submetidas aos testes bioquímicos de coloração de Gram, catalase e coagulase.

3.5.6 Contagem de bactéria láctica

A contagem de bactérias lácticas foi realizada pelo método de plaqueamento em profundidade ou *pour plate*, adicionando-se 1 mL de inóculo e derramando-se pequena quantidade de ágar MRS em placas de Petri. Após secagem do meio, uma sobrecamada foi adicionada, seguida de incubação, a 30°C, por 48 horas. Logo depois, foram submetidas aos testes bioquímicos de coloração de Gram e catalase. As unidades formadoras de colônias foram calculadas de acordo com as diluições.

3.6 Análises estatísticas

Para o experimento 1, os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo cada tratamento avaliado ao longo do tempo, nas diferentes etapas de produção (MP, A, B e C). Todo o experimento foi realizado com quatro repetições. Os dados foram interpretados por meio da análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o experimento 2, os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x2 (adição

de GDL e grau de secagem), com quatro repetições. Os dados foram interpretados por meio da análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS® versão 9.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: efeitos da glucona delta lactona (GDL) no desenvolvimento do produto

Abaixo estão descritos os resultados encontrados sobre o efeito da GDL no desenvolvimento do produto.

4.1.1 Caracterização da matéria-prima

Os valores médios e os desvios padrões da composição centesimal, pH, atividade de água e teor de cloretos podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 Médias e desvios padrões das análises físico-químicas da matéria-prima

Parâmetros	Médias e desvio padrão
Umidade (%)	73,50±1,86
Proteína (%)	21,78±1,61
Gordura (%)	4,77±1,93
Cinzas (%)	1,01±0,06
pH	5,74±0,15
Atividade de água	0,990±0,001
Teor de cloretos (%)	0,2319±0,065

Os valores médios de umidade, proteína, gordura e cinza apresentados na Tabela 2 estão próximos aos descritos por Prata e Fukuda (2001), que afirmam que a carne ovina apresenta valores médios de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1% de matéria mineral.

Santos et al. (2008), em avaliação da composição centesimal da perna de cordeiros da raça Santa Inês, encontraram valores próximos de umidade, proteína e cinzas (64,4%, 23,5% e 1,3% respectivamente), mas, em contrapartida, encontraram valores bem mais altos de gordura (18,8%), o que pode ter ocorrido porque da perna utilizada no presente trabalho foi removido o excesso de gordura após desossa.

Zapata et al. (2001), em estudo sobre composição centesimal da carne ovina, encontraram em pernis ovinos valores de umidade de 76,12% a 76,19%, de proteína entre 19,19% a 19,46%, de cinzas de 1,08% a 1,10% e de gordura de 2,2% a 2,39%. Desses valores, somente o de cinza está próximo ao obtido neste estudo, visto que a umidade se apresentou mais alta e a porcentagem de proteínas e gordura mais baixa.

Valores também próximos aos encontrados nesse estudo foram relatados por Madruga et al. (2006): em torno de 75,03% para umidade, 22,15% de proteína, 2,86% de gordura e 1,10% de cinzas, para carne de ovinos machos da raça Santa Inês. Os valores de proteína, de umidade e de cinza encontrados por este autor são próximos aos encontrados neste estudo, visto que a raça utilizada nos dois estudos são a mesma (santa Inês). O teor de gordura encontrado pelo autor foi inferior ao encontrado neste estudo, o que poder ter sido influenciado pela dieta recebida pelos animais.

Mendonça Júnior et al. (2009), ao pesquisarem a composição centesimal de ovinos mestiços alimentados com rações diferentes, encontraram valores de umidade entre 73,93% e 74,19%, de proteína entre 24,55% e 25,34%, de gordura entre 1,88% e 2,60% e de cinzas entre 1,06% e 1,10%. Dentre os autores supracitados, estes foram o que encontraram valores de umidade mais aproximados aos do presente estudo e, concordando com os demais, o valor de cinza também. Em contrapartida, os valores de gordura, assim como os dos

outros autores, foram inferiores aos encontrados neste trabalho e o de proteína, maiores.

No trabalho de Pinheiro et al. (2008), utilizando paleta ovina de animais mestiços, foram encontrados, na sua composição centesimal, valores de umidade de 74,05%, de proteína 18,85%, gordura de 5,36% e cinzas de 1,15%. O valor de gordura encontrado por estes autores foi o que se apresentou mais próximo do encontrado no presente estudo.

Os valores médios encontrados para a atividade de água e o pH da matéria-prima estão de acordo com os padrões normais para carne *in natura* (ORDOÑEZ et al., 2007). Ainda, os valores de pH observados na carne estão dentro da faixa de 5,6 e 6,1 sugerida por Toldra (2002), quando se processam produtos curados dessecados. De acordo com este autor, carnes com elevados valores de pH devem ser evitadas devido ao risco microbiológico e à elevada capacidade de retenção de água, o que dificulta o processo de desidratação.

Oliveira et al. (2004), ao avaliarem cordeiros e carneiros da raça Santa Inês, obtiveram pH de 5,61 e 5,61, respectivamente, para os músculos *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii*, não encontrando diferenças entre os tipos de músculo. Estes resultados estão próximos dos obtidos neste estudo. Estudando o músculo *Longissimus dorsi*, mas em ovelhas adultas de descarte, Silva Sobrinho et al. (2004) registraram valores de 5,50 para o pH.

4.1.2 Atributos físicos, químicos e físico-químicos

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na interação entre tratamento e ponto de amostragem para nenhum dos parâmetros avaliados. Entretanto, para os tratamentos, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores de pH e índice de oxidação (TBARS). O pH apresentou menores valores para os

produtos adicionados de GDL e maiores valores de TBARS para os produtos adicionados de GDL.

Estes menores valores de pH se devem à adição de GDL, uma vez que, em meio aquoso, ela se hidrolisa em ácido glucônico, ocasionando o abaixamento no pH da massa cárnea (FREY, 1983; TOLDRA, 2002). Um rápido efeito na redução do pH de produtos fermentados adicionados de GDL também foi observado por Matos et al. (2007), na elaboração de embutidos fermentados cozidos a partir da carne ovina.

Toldra (2002) afirma que, durante a maturação de produtos curados secos, a oxidação é induzida pela quantidade de ácidos graxos livres liberados em consequência da ação lipolítica de sistemas enzimáticos endógenos. Além disso, a oxidação lipídica é favorecida em menores valores de pH, o que condiz com os maiores valores de TBARS observados nas amostras adicionadas de GDL.

Para a perda de peso durante o processamento, houve efeito significativo ($p < 0,05$) para a interação tempo e tratamento (Gráfico 1). A adição de GDL na formulação aumentou a taxa de secagem do produto, diminuindo o tempo necessário para uma perda de peso de 50% de 77 dias (no tratamento controle) para cerca de 56 dias.

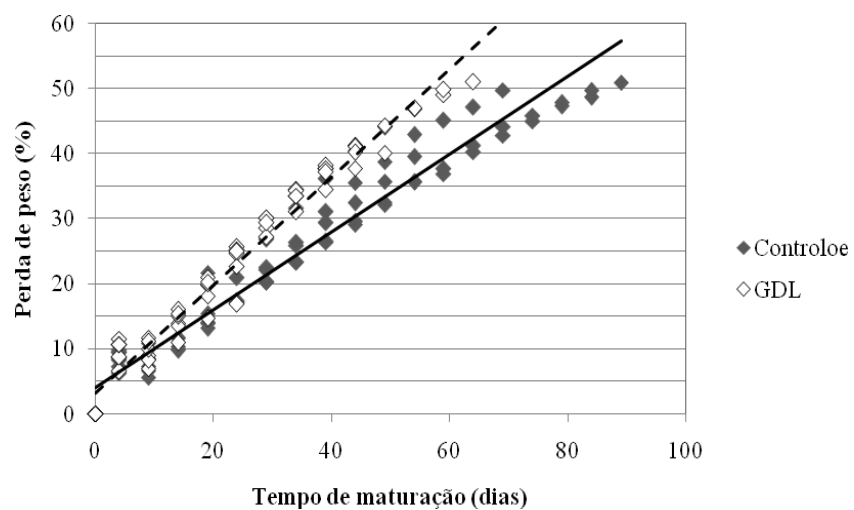


Gráfico 1 Perda de peso (%) nos tratamentos controle ($Y = 3,9485 + 0,5992.X$; $R^2 = 0,9495$) e com adição de GDL ($Y = 3,1864 + 0,8312.X$; $R^2 = 0,9714$), durante as etapas de secagem e maturação

Segundo Toldra (2002), a taxa de secagem de produtos curados é afetada por diversos fatores, tais como pH da carne (menores valores favorecem a perda de água), quantidade de gordura intramuscular (constitui uma barreira para a difusão de água), peso da peça cárnea (que estende o tempo necessário para se alcançar uma determinada percentagem de peso), conteúdo de umidade da carne e as condições da câmara climática (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar).

Como a maioria destes fatores foi constante para ambos os tratamentos, a maior taxa de perda de peso nos produtos com GDL pode ser devido à redução nos valores de pH da massa cárnea observada com a adição deste acidulante. Em menores valores de pH, a estrutura miofibrilar retém menor quantidade de água, visto que o pH se aproxima do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (~5,1), reduzindo a sua carga líquida e, conseqüentemente, sua capacidade de reter água (ORDOÑEZ et al., 2007; RUIZ, 2007).

Bergamin Filho et al. (2010) constataram perda de 40% de peso em seus produtos em 115 dias, contados a partir da etapa de secagem. Esse tempo extenso, quando comparado ao do presente estudo, pode ser justificado pelo fato de as peças cárneas utilizada pelos autores apresentarem peso superior a 1 kg. Levando em consideração que cada produto tinha o peso de 5 kg, pode-se afirmar que o processo de secagem/maturação utilizado por esses autores teve a duração média de ~23 dias/kg, sendo menor tempo que o encontrado neste estudo. Isso se justifica pelo fato de o autor ter utilizado a salga a seco, enquanto no presente trabalho foi utilizada a salga úmida, ou seja, foram injetados no produto 20% de água a mais (salmoura), necessitando assim de mais tempo para uma perda de peso equivalente. Vale ressaltar a diferença de perda de peso entre os produtos, ou seja, no trabalho de Bergamin Filho et al. (2010) a perda foi de 40% e no presente estudo foi de 50%.

Também apresentando tempo menor de perda de peso que o presente trabalho, Galvan et al. (2009), trabalhando com salga seca no desenvolvimento de produto similar ao presunto cru utilizando peças inteiras com osso, de pernil ovino, relataram 90 dias para a perda de peso de 36,9%, ou seja ~36 dias/kg. A vantagem de se utilizar a salga a seco está no fato de que não se adiciona ao produto mais água, não sendo necessário maior tempo para perder essa quantidade extra. Contudo, o fato de as peças serem inteiras requer um maior tempo para a penetração e a equalização do sal no produto, o que pode dificultar a perda de peso.

Com relação ao ponto de amostragem, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para umidade, pH, acidez, atividade de água, teor de cloretos (sal), concentração residual de nitrito e índice de TBARS (Tabela 3). As principais diferenças foram observadas após a etapa de pré-secagem, com poucos parâmetros sendo afetados pelas etapas anteriores.

Toldra (2002) reporta que, na elaboração de produtos curados e dessecados de carne suína, os valores de pH iniciais (entre 5,6 e 5,8) aumentam ligeiramente para próximo de 6,1, durante o processo, especialmente após a salga e nos períodos iniciais de maturação, mas permanece basicamente inalterado durante o resto do período de secagem/maturação. Esse aumento de pH é atribuído às reações proteolíticas, como consequência da hidrólise de aminoácidos e da exposição de grupos básicos.

Tabela 3 Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos dos produtos (com e sem adição de GDL), nas diferentes etapas de produção

Parâmetros	Pontos de amostragem			
	MP	A	B	C
Umidade (%)	73,50 \pm 1,86a	74,58 \pm 0,99a	71,97 \pm 1,33a	47,59 \pm 1,62b
pH	5,74 \pm 0,15a	5,69 \pm 0,18a	5,70 \pm 0,17a	5,36 \pm 0,52b
Acidez (% ác. láctico)	0,68 \pm 0,12a	0,64 \pm 0,06a	0,72 \pm 0,06a	1,40 \pm 0,34b
Atividade de água	0,990 \pm 0,003a	0,967 \pm 0,009b	0,951 \pm 0,013c	0,860 \pm 0,010d
Teor de cloretos (%)	0,23 \pm 0,07a	3,92 \pm 0,33b	4,42 \pm 0,29c	6,65 \pm 0,57d
Nitrito residual (ppm)	-	55,55 \pm 13,61a	52,76 \pm 13,09a	25,17 \pm 5,73b
Índice de TBARS (mg MA/kg)	0,85 \pm 0,27a	0,81 \pm 0,23a	0,87 \pm 0,28a	1,29 \pm 0,23b

MP = matéria prima; A = amostragem antes da etapa de pré-secagem; B = amostragem antes da etapa de maturação/secagem e C = produto final

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha (a, b,c,d), diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Embora a temperatura de maturação tenha sido mantida na faixa (15° a 20°C) considerada ótima para a ação proteolítica em produtos cárneos (PETÄJÄ-KANNINEN; PUOLANNE, 2007), o curto período de maturação pode não ter sido suficiente para uma proteólise capaz de causar a elevação do pH. Utilizando a transglutaminase para acelerar o processamento de presunto cru, Bergamin Filho et al. (2010) também não observaram alterações nos valores de pH de produtos elaborados com 3,5% ou 5,0% de sal. Diferenças nos valores de pH durante a secagem e maturação também não foram observadas por Terra, Cichoski e Freitas (2008), na elaboração de paleta suína curada dessecada, e por Galvan et al. (2009), na elaboração de perna ovina curada e dessecada.

Os valores de acidez durante o processamento dos produtos tiveram comportamento similar, porém, inverso aos observados para os valores de pH. O aumento dessa acidez é oriundo do crescimento de bactérias lácticas que fermentam glicose em ácido láctico.

A umidade do produto foi menor apenas após a etapa de maturação, o que se justifica pelo intervalo de tempo de maturação: a etapa de pré-secagem foi conduzida por quatro dias, enquanto a maturação durou entre 60 e 80 dias. No entanto, a etapa de pré-secagem foi determinante na redução da atividade de água e no aumento no teor de cloretos, ao longo do processo. Na etapa A, a redução se justifica pela injeção de salmoura e etapas de mistura e enformagem, o que se deve a um maior aprisionamento da água livre presente no produto por parte dos sais adicionados. Com a redução da umidade durante a etapa de maturação (C), decorrente das perdas por evaporação e gotejamento, há uma maior concentração do teor de solutos no produto, especialmente no teor de sal. Esse aumento da concentração salina reduz os valores de atividade de água, de forma que no produto final obtiveram-se valores médios (0,86) inferiores ao exigido pela legislação vigente ($A_w < 0,92$) para este tipo de produto (BRASIL, 2001).

A concentração residual de nitrito da massa cárnea reduziu durante a etapa de maturação (C) dos produtos. Isto era esperado uma vez que o nitrito adicionado é convertido a óxido nítrico (NO), que reage com os pigmentos e outros compostos presentes na carne e, dessa forma, boa parte da quantidade de nitrito adicionada é consumida por estas reações (MOHLER, 1982; RAMOS; GOMIDE, 2007). Segundo Cassens (1997), em sistemas cárneos, cerca de 1% a 10% do nitrito (NO₂) adicionado é oxidado a nitrato (NO₃) e entre 1% a 5% transforma-se em gás e se desprende do produto, enquanto outra parte reage com outros componentes, como a mioglobina (5% a 10%), formando o pigmento nitrosomioglobina (NOMb) que confere cor vermelho-rosada aos produtos curados crus; os grupos sulfidrilas de resíduos de aminoácidos (5% a 15%); as gorduras (1% a 5%) e a maior parte com proteínas não-heme (20% a 30%). O restante permanece no produto como nitrito residual. Em meio aquoso, como na carne, o nitrito de sódio (NaNO₂) é dissociado a ácido nitroso (HNO₂), precursor

do anidrido nitroso (N_2O_3) e do óxido nítrico (NO), principais espécies reativas nas reações envolvendo nitrito (HONIKEL, 2007; MOHLER, 1982). Deve-se considerar que do total de nitrito adicionado, boa parte já havia interagido com outros componentes da carne antes da mensuração no ponto A (especialmente na etapa de cura). Dessa forma, a redução nos níveis de nitrito residual após a pré-secagem foi favorecida pelo menor pH alcançado nestes produtos, uma vez que a dissociação do nitrito (NO_2^-) a ácido nitroso (HNO_2) é favorecida em meios ácidos (HONIKEL, 2007; PEGG; SHAHIDI, 2000).

Segundo Toldra (2002), o nitrito atua como antioxidante, prevenindo a formação de íons férricos (Fe^{+3}) de grupos heme ou mesmo do ferro não-heme, que são catalisadores ativos da oxidação lipídica. Durante a etapa de maturação, os valores de TBAR se elevaram, o que está de acordo com o reportado por Toldra (2002) de que, durante a maturação de produtos curados secos, a oxidação é induzida pela quantidade de ácidos graxos livres liberados em consequência da ação lipolítica de sistemas enzimáticos endógenos.

4.1.3 Análises microbiológicas

Nas análises microbiológicas não se observou efeito significativo ($p>0,05$) para a interação entre o ponto de amostragem (MP, A, B e C) e o tratamento (adição de GDL e sem adição de GDL) e também não houve efeito significativo ($p>0,05$) entre os tratamentos. Já em relação aos pontos amostrados (MP, A, B e C), observou-se diferença significativa ($p>0,05$) para os dois tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 Perfil microbiológico dos produtos (com e sem adição de GDL) nas diferentes etapas de produção

Microorganismo	Pontos de amostragem			
	MP	A	B	C
Psicotróficos (UFC/g)	2,18x10 ⁵ a	1,21x10 ⁵ b	2,86x10 ⁴ b	6,57x10 ⁶ c
Mesófilos (UFC/g)	2,71x10 ⁴ a	1,08x10 ⁴ b	1,19x10 ⁴ b	1,89x10 ⁶ c
Bactérias Lácticas (UFC/g)	7,70x10 ³ a	1,58x10 ⁴ b	6,07x10 ⁴ b	2,41x10 ¹⁰ c
Coliformes Totais (NMP/g)	20a	34b	27b	1c
Coliformes termotolerantes (45°C) (NMP/g)	8a	12b	12b	1c

MP = matéria prima; A = amostragem antes da etapa de pré-secagem; B = amostragem antes da etapa de maturação/secagem e C = produto final

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha (a, b, c), diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os microrganismos presentes na matéria-prima carne consistem, primeiramente, de bactérias gram-negativas, a maioria psicotróficas. Os gêneros predominantes são *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella* e *Brochothrix thermosphacta*. Enterobactérias, estafilococos, micrococos, bactérias ácido lácticas e leveduras também são encontradas, mas a contagem é muitas vezes menor que a contagem do gênero predominante (LAWRIE, 2005). Com as condições que se formam durante o processamento de produtos curados fermentados e dessecados, especialmente a elevação do teor de sal (NaCl) e a queda da atividade de água, a contagem de bactérias lácticas aumenta para níveis superiores a 10⁸ UFC/g, sendo predominante na parte interna do produto acabado, e a de micrococos e estafilococos, para valores acima de 10⁵ UFC/g (PETÄJÄ-KANNINEN; PUOLANNE, 2007; TOLDRA, 2002). Este comportamento foi observado durante o processamento da perna desossada de cordeiro processada na forma de presunto cru desde a matéria-prima até o produto acabado.

Embora a contagem microbiana da matéria-prima estivesse elevada, situava-se dentro dos padrões descritos por Arnau et al. (1998), segundo os quais carnes empregadas na elaboração de presuntos curados não devem apresentar contagem de mesófilos totais superior a 10^7 UFC/g. Além disso, durante a etapa de pré-secagem, não houve crescimento dos microrganismos avaliados, possivelmente em virtude das condições desta etapa, como presença de nitrito, elevação do teor de sal, redução da atividade de água e baixas temperaturas (4°C).

Durante a etapa de maturação, o número de colônias bactérias ácido láctica aumentou sensivelmente, mesmo em valores de atividade de água entre 0,95 e 0,86 e em concentração de cloretos entre 4,42% e 6,65%. Comportamento semelhante a esse foi observado por Terra, Cichoski e Freitas (2008), para paletas suínas dessecadas, em concentrações de cloreto e atividade de água muito semelhantes.

Em todas as etapas de fabricação do produto, a estimativa dos coliformes ficou abaixo do permitido pela resolução RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001), que limita em 10^3 NMP/g coliformes a 45°C, para produtos cárneos maturados. No produto final, têm-se valores bastante baixos, visto que todos os fatores para o crescimento desses microrganismos se encontraram inadequados (pH, acidez, atividade de água, teor de sal e flora competidora) na etapa de maturação.

Não foram encontradas colônias típicas de *Salmonella sp.* e de estafilococos coagulase positiva em nenhuma das amostras avaliadas. Nos estágios iniciais do processo de secagem e maturação, a concentração residual de nitrito e o sal inibem a maioria das bactérias, entre elas a *Salmonella* (AGUILERA; CHIRIFE, 1994). Com a subsequente queda da atividade de água, associada ao aumento da flora competitiva, criam-se obstáculos que

efetivamente inibem o crescimento de microrganismos patogênicos, como o *Staphylococcus aureus* (LEISTNER, 1994).

Assim, ambos os tratamentos permitiram a elaboração de produtos acabados adequados para o consumo, devido à ausência de patógenos de importância para a saúde pública, como a *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* coagulase positiva, além de contagens abaixo dos limites estabelecidos pela legislação de coliformes termotolerantes a 45°C.

4.3 Experimento 2: Efeitos do grau de secagem no produto final

Abaixo estão descritos os resultados encontrados sobre o efeito dos diferentes graus de secagem no produto final.

4.3.1 Atributos físicos, químicos e físico-químicos

Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para a interação entre o tratamento (adição de ou não de GDL) e o grau de secagem (40% e 50%). Contudo, houve efeito significativo ($p < 0,05$) do tratamento apenas para o pH, tendo os produtos adicionados de GDL apresentado pH menor ($4,97 \pm 0,40$) do que os produtos sem adição de GDL ($5,71 \pm 0,11$).

Conforme já discutido anteriormente no experimento 1, a GDL é empregada como acidulante, uma vez que em meio aquoso se hidrolisa em ácido glucônico, ocasionando o abaixamento no pH da massa cárnea. Sua aplicação na carne acelera a acidificação nas primeiras etapas do processo, mais críticas devido às condições favoráveis ao crescimento microbiano, inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e estimulando o desenvolvimento das bactérias lácticas (FREY, 1983).

Apenas a umidade, a proteína, as cinzas, a atividade de água e o índice de oxidação (TBARS) apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) em relação ao grau de secagem dos produtos (Tabela 5).

Tabela 5 Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos dos produtos (com e sem adição de GDL), para diferentes graus de secagem

Grau de secagem	Umidade (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Atividade de água	Índice de TBARS (mg MA/kg)
40%	56,62 \pm 2,52	28,14 \pm 1,64	7,49 \pm 0,31	0,90 \pm 0,01	1,64 \pm 0,42
50%	47,59 \pm 1,62	35,29 \pm 1,73	8,30 \pm 0,32	0,86 \pm 0,01	1,29 \pm 0,23

Parâmetros de produtos com diferente grau de secagem diferem entre si, pelo teste F, a 5%

As diferenças observadas entre os produtos, dizem respeito justamente ao fato de a umidade final alcançada ser menor nos produtos acabados com 50% de perda de peso, devido a maiores perdas de água por evaporação e gotejamento. Por apresentarem menores percentuais de umidade e conseqüente maior concentração de sólidos, maiores valores de proteína e cinzas e menores valores de atividade de água foram observados.

De acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade do presunto cru, esses produtos devem apresentar teor máximo de 20% de gordura e teor mínimo de 27% de proteína (BRASIL, 2000). Por se tratar de um produto cru, curado dessecado e maturado, similar ao presunto cru, o mesmo atende às exigências da legislação para esse tipo de produto.

Na elaboração de presuntos crus com carne desossada, curada e moldada com transglutaminase, Bergamin Filho et al. (2010) observaram, no produto final, com cerca de 40% de perda, médias de 50,85% de umidade, 35,62% de proteína, 5,72% de gordura e 7,49% de cinzas. Estes valores estão mais próximos dos produtos acabados com 50% de perda de peso, o que é coerente,

uma vez que, no presente experimento, os produtos foram salgados pela injeção de 20% de salmoura e, portanto, parte da umidade perdida durante a etapa de maturação se deve à água injetada e não a aquela presente originalmente na matéria-prima.

Terra, Freitas e Cichoski (2007) elaboraram, utilizando a salga úmida por injeção 20% de salmoura, uma paleta suína curada, maturada e fermentada que, após 150 dias de processamento, apresentou umidade final de 57%, próxima à relatada neste experimento para produtos com 40% de perda de peso.

A durabilidade microbiológica dos alimentos pode ser estimada por meio da avaliação do valor da atividade de água no mesmo, visto que é indicativo da disponibilidade de água para os microrganismos (JAY, 2005). O crescimento de todas as bactérias patogênicas é inibido pela redução de atividade de água para 0,92, com exceção do *Staphylococcus aureus*, cujo crescimento não pode ser evitado utilizando-se apenas a diminuição de atividade de água, sendo necessária a utilização de outros obstáculos (AGUILERA; CHIRIFE, 1994). Os valores observados em ambos os produtos (40% e 50% de perda) são inferiores a 0,91, sendo considerados estáveis (FERNÁNDEZ-SALGUERO, 1995) e, portanto, podem ser armazenados sem refrigeração.

Os produtos elaborados por Bergamin Filho et al. (2010) e Terra, Freitas e Cichoski (2007) apresentaram valores médios finais de atividade de água similares (0,90 e 0,89, respectivamente) ao encontrado no produto com 40% de perda do presente estudo.

Segundo Terra, Freitas e Cichoski (2006) e Torres e Okani (2000), valores de TBARS até 1,59 mg MA/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial. No entanto, esses valores variam de acordo com o método de TBARS aplicado, que pode ser por destilação ou extração. Além disso, outros fatores interferem, como o composto utilizado na extração (TCA, ácido perclórico, água, etc.), o tipo e a quantidade de

antioxidante (BHT e BHA) utilizado para evitar a oxidação durante o processo de extração e o uso de sulfanilamida para evitar interferências com nitrito, entre outros (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005). Deve-se ainda considerar o tipo de produto, uma vez que temperos, por exemplo, podem influenciar na percepção sensorial.

Em produtos curados dessecados, uma pequena quantidade de oxidação é desejada para se alcançar o sabor e aroma característicos do produto (TOLDRA, 2002). Dessa forma, o índice de TBARS é um bom indicativo para se avaliar o comportamento e o grau de oxidação lipídica de diferentes tratamentos, sendo recomendável quantificar esta oxidação por meio de análises complementares como determinação de hexanal e relacioná-los com dados obtidos por análise sensorial com painel treinado (RAHARJO; SOFOS, 1993).

Com base nos valores de pH e atividade de água dos produtos, pode-se afirmar que ambos são estáveis e podem ser conservados em temperatura ambiente, uma vez que apresentaram $\text{pH} \leq 5,7$ e atividade de água $\leq 0,95$ (CARRASCOSA; CORNEJO, 1989; FERNÁNDEZ-SALGUERO, 1995; LEISTNER; RÖDEL, 1975; SABATAKOU et al., 2001).

Os demais parâmetros não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$), tendo as médias sido as seguintes: gordura ($5,65 \pm 1,64\%$), acidez ($1,30 \pm 0,29\%$ ácido láctico), teor de cloretos ($6,33 \pm 0,54\%$) e concentração residual de nitrito ($25,80 \pm 4,79$ ppm).

4.3.2 Avaliação objetiva da cor

Para a superfície interna dos produtos não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para a interação entre os tratamentos (adição ou não de GDL) e grau de secagem (40% e 50%). Também não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para o grau de secagem. Contudo, houve efeito significativo ($p < 0,05$) em relação aos

tratamentos para o parâmetro b^* da superfície interna dos produtos, tendo os produtos adicionados de GDL apresentado valores maiores ($5,99 \pm 1,41$) que os produtos não adicionados de GDL ($3,68 \pm 2,04$). Isso pode ser devido à maior redução do pH promovida pela GDL, contribuindo para a fixação da cor curada nos produtos (FREY, 1983; TOLDRA, 2002).

Entretanto, tal alteração nos valores de b^* não foi suficiente para mudar significativamente a tonalidade ($h^* = 21,31 \pm 8,43$) e a saturação ($C^* = 4,84 \pm 2,06$) da cor do produto. Para os demais parâmetros da superfície interna dos produtos, as médias foram: $L^* = 38,14 \pm 3,60$ e $a^* = 12,41 \pm 1,90$.

Bergamin Filho et al. (2010), trabalhando com elaboração de presunto cru utilizando transglutaminase em carne desossada com 3,5% e 5,0% de sal, obtiveram valores médios entre 39,09 e 40,81, para L^* ; 10,98 e 12,03, para a^* e 2,04 e 2,43, para b^* . Exceto para os valores de b^* , os dados observados no presente trabalho se aproximam dos dados encontrados pelo referido autor.

Em relação à cor da superfície externa dos produtos também não houve efeito na interação entre os tratamentos e as diferenças de secagem, nos diferentes graus de secagem e em relação aos tratamentos, apresentando as seguintes médias: $L^* = 37,39 \pm 3,13$; $a^* = 8,72 \pm 1,75$; $b^* = 4,42 \pm 2,93$; $C^* = 10,13 \pm 1,96$; e $h^* = 26,30 \pm 14,90$.

4.3.3 Avaliação instrumental da textura

Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para a interação entre os tratamentos (adição ou não de GDL). Porém, houve efeito significativo ($p < 0,05$) do tratamento e do grau de secagem isolados para os parâmetros coesividade e mastigabilidade. Isto é coerente com a afirmativa de Arnau et al. (2007) de que a consistência de produtos fermentados secos é dependente da acidificação e secagem.

Produtos adicionados de GDL apresentaram ($P < 0,05$) maiores valores de coesividade e mastigabilidade (Tabela 6). Isto se deve à maior queda de pH nestes produtos, visto que quanto mais rápida é a acidificação, maior a agregação das proteínas miofibrilares na formação do gel e, conseqüentemente, mais firme é o produto.

Tabela 6 Valores médios (\pm desvio padrão) da coesividade e mastigabilidade dos produtos (com 40 e 50% de perda de peso) adicionados ou não de GDL

Parâmetro de textura	Tratamento	
	Controle	GDL
Coesividade	3,4423 \pm 0,4679	3,9048 \pm 0,3342
Mastigabilidade (N.mm)	150,19 \pm 48,86	193,98 \pm 46,41

Parâmetros de produtos de diferentes tratamentos diferem entre si, pelo teste F, a 5%

Maior grau de secagem do produto também implicou em aumentos significativos ($P > 0,05$) na coesividade e na mastigabilidade (Tabela 7). Segundo Arnau et al. (2007), após a geleificação das proteínas miofibrilares com a queda do pH, a secagem é o fator que mais afeta as propriedades ligantes e reológicas dos produtos. Assim, com o aumento da perda de água por evaporação durante a secagem, a energia necessária para se desintegrar um alimento sólido (mastigabilidade) (RAMOS; GOMIDE, 2007) será maior.

Tabela 7 Valores médios (\pm desvio padrão) da coesividade e mastigabilidade dos produtos (adicionado ou não de GDL), de acordo com o grau de secagem

Parâmetro de textura	Grau de secagem	
	40%	50%
Coesividade	3,3720 \pm 0,3703	3,9750 \pm 0,3220
Mastigabilidade (N.mm)	133,97 \pm 31,80	210,19 \pm 34,56

Parâmetros de produtos com diferente grau de secagem diferem entre si, pelo teste F, a de 5%

Para os demais parâmetros, não se observou efeito significativo ($p>0,05$), sendo as médias para adesividade (N.mm) de $0,160\pm 0,045$ e para flexibilidade (mm), de $3,053\pm 0,55$.

Bergamin Filho et al. (2010), trabalhando com a elaboração de presunto cru utilizando transglutaminase em carne desossada com 3,5% e 5,0% de sal, obtiveram valores médios entre 1,73 e 2,65 kg, de 0,0032 a 0,0028 kg/s para adesividade, de 0,86 e 0,80 (N.mm) para elasticidade, de 0,77 e 0,80 para coesividade e de 1,11 e 1,70 (N.mm) para mastigabilidade.

4.3.4 Análises microbiológicas

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) para a interação entre os tratamentos (adição ou não de GDL) e grau de secagem (40% e 50%). Também não houve efeito significativo ($p>0,05$) nos diferentes tratamentos. Porém, houve efeito significativo ($p<0,05$) no grau de secagem para as bactérias lácticas, tendo os produtos com grau de secagem de 40% apresentado menor contagem ($6,66\times 10^8$) do que os produtos com grau de secagem de 50% ($2,41\times 10^{10}$).

Para os demais microrganismos, não houve efeito significativo nem para os diferentes tratamentos, nem para as diferenças no grau de secagem. As médias foram: psicotróficos, $9,26\times 10^6$ e mesófilos, $1,82\times 10^6$. Não houve contagem para coliformes totais e termotolerantes.

Em geral, é aceito que o produto se encontre deteriorado quando o número de bactérias alcança os valores de 10^7 UFC/g na superfície, mas não há um consenso sobre a relação destes números com a qualidade sensorial. Durante a deterioração aeróbica, odores anormais são primeiramente detectados quando a população microbiana alcança valores de 10^7 UFC/g na superfície, mas, quando valores de 10^8 UFC/g são alcançados, a superfície do produto começa a

ficar pegajosa, representando a primeira fase da formação de limo (PETÄJÄ-KANNINEN; PUOLANNE, 2007).

Assim, para todos os produtos elaborados, o perfil microbiológico foi adequado, uma vez que não apresentou contagens acima dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2001) para patógenos relevantes para saúde pública e microrganismos indicadores de higiene e manipulação de alimentos, ou seja, *Salmonella* (ausência em 25 g), coliformes a 45°C ($<10^3$ NMP/g) e estafilococos coagulase positiva ($<5 \times 10^3$ UFC/g).

5 CONCLUSÕES

- a) foi possível a obtenção de um produto curado e dessecado a partir da perna desossada de cordeiro, microbiologicamente estável e com características físicas, químicas e físico-químicas similares às de presuntos crus;
- b) a adição da GDL nos produtos favoreceu o processo tecnológico, especialmente na redução do tempo de maturação/secagem, sem alterar a qualidade final do produto;
- c) o maior grau de secagem não afetou o perfil microbiológico do produto, porém, implicou em produtos acabados de textura mais firmes e com menor índice de oxidação, o que pode favorecer a sua aceitação sensorial.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, J. M.; CHIRIFE, J. Combined methods for the preservation of foods in Latin America and the CYTED-D project. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 22, n. 1/4, p. 433-444, Jan./Apr. 1994.
- AQUALAB QUÍMICA. **Analizador de atividade de água Decagon**. Rio de Janeiro: ABRASEQ, 1997. 21 p. (Manual, 1).
- ARNAU, J. Tecnología del jamón curado en distintos países. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44., 1998, Barcelona. **Proceedings...** Barcelona: Eurocarne, 1998. p. 10-21.
- ARNAU, J. et al. Effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and the sensory characteristics of dry-cured hams. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 77, n. 3, p. 387-392, June 1998.
- _____. Technologies to shorten the drying period of dry-cured meat products. **Meat Science**, Barking, v. 77, n. 1, p. 81-89, Jan. 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemistry**. Washington, 1992. 1115 p.
- BARSANTE, M. **As três carnes de ovinos do Brasil**. Petrolina: ASCCOPER, 2005. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br>>. Acesso em: 5 jul. 2009.
- BERG, P. Dry-cured leg of lamb: fenalaar. In: INTERNATIONAL DRY-CURED MEAT CONGRESS, 7., 2006, Oslo. **Anais...** Oslo: Meat Science, 2006. p. 59.
- BERGAMIN FILHO, W. B.; COSTA, M. R.; SILVEIRA, E. T. F. Aspectos tecnológicos, enzimáticos e químicos envolvidos na elaboração de presunto cru. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 61-65, dez. 2003.
- BERGAMIN FILHO, W. B. et al. Método acelerado de processamento de presunto cru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 494-500, mar./abr. 2010.

BESERRA, F. J. et al. Manufacturing of a restructured ham-like product with goat meat. In: INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS ANNUAL MEETING, 1., 1999, Chicago. **Resumes...** Chicago: IFT, 1999. p. 89.

BLACK, J. G. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 140 p.

BLASCO, J. G. Importância del Jamón a lo largo de La história. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF FOOD MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44., 1998, Barcelona. **Anais...** Barcelona: Eurocarne, 1998. p. 112-124.

BRAGA, A. L. M.; CUNHA, R. L. The effect of sucrose on unfrozen water and syneresis of acidified sodium caseinate-xanthan gels. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 36, n. 1/2, p. 33-38, Apr. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 22, de 31 de julho de 2000. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de copa, de jerked beef, de presunto tipo Parma, de presunto cru, de salame, de salaminho, de salame tipo alemão, de salame tipo calabrés, de salame tipo friolano, de salame tipo napolitano, de salame tipo hamburguês, de salame tipo italiano, de salame tipo milano, de linguiça colonial e pepperoni. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 ago. 2000. Seção 1, p. 17-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal de seus ingredientes: II.**, métodos físicos e químicos. Brasília, 1981. 17 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 12 fev. 2011.

BROMBERG, R. et al. Características da bacteriocina produzida por *Lactococcus lactis* ssp. *Hordinae* CTC 484 e seu efeito sobre *Listeria monocytogenes* em carne bovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 135-144, jan./fev. 2006.

CARRASCOSA, A. V.; CORNEJO, I. Aspectos físico-químicos del curado de jamón serrano y su influencia sobre el desarrollo microbiano: revisión. **Alimentaria**, Madrid, n. 195, p. 27-33, 1989.

CARVALHO, R. B. D. **Potencialidades dos mercados para os produtos derivados de caprinos e ovinos.** Disponível em:

<<http://www.capritec.com.br/pdf/capritec.doc>>. Acesso em: 8 set. 2005.

CASSENS, R. G. Residual nitrite in cured meat. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 53-55, Feb. 1997.

CAVALCANTI, G.; SILVA, R. C. **Aspectos da caprino-ovinocultura do nordeste.** Recife: SUDENE, 1988. 23 p.

COLLINS, E. B. Heat resistant psychrotrophic microorganisms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 1, p. 157-160, Jan. 1981.

DUARTE, T. F. **Qualidade nutricional e sensorial da carne de caprinos SRD e mestiços de Boer terminados em confinamento.** 2003. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2003.

FERNÁNDEZ-SALGUERO, J. Conservación de productos cárneos por aplicación de factores combinados: productos españoles de humedad intermedia y alta. **Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 35, n. 3, p. 233-246, 1995.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar.** Porto Alegre: Artmed, 2002. 211 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M. T. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2005. 171 p.

FREY, W. **Fabricación fiable de embutidos.** Zaragoza: Acribia, 1983. 15 p.

FUZHARA, T. O.; FERNANDES, S. A.; FRANCO, B. D. Prevalence and dissemination of *Salmonella* serotypes along the slaughtering process in Brazilian small poultry slaughterhouses. **Journal of Food Protection**, Guidford, v. 63, n. 12, p. 1749-1753, Dec. 2000.

GALVAN, A. L. et al. Elaboración de jamon crudo de ovejas de refugio: II., análisis físico-químicos y microbiológicos. In: CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIA E TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, 12., 2009, Concordia. **Actas...** Concordia: Facultad de Ciencias de la Alimentación, 2009. 1 CD-ROM.

GOZZO, A. M.; CUNHA, R. L.; MENEGALLI, F. C. Viscosidade extensional e em cisalhamento de suspensões acidificadas de amido de amaranto e caseinato de sódio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 587-596, maio/jun. 2009.

GRIS, F. E.; BORTOLUZZI, R.; SANTOS, E. P. L. M. Produtos fermentados. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 194, p. 94-98, out. 1999.

HASETH, T. T.; THORKESSON, G.; SIDHU, M. S. North European products. In: TOLDRA, F. (Ed.). **Handbook of fermented meat and poultry**. Iowa: Blackwell, 2007. p. 407-413.

HONIKEL, K. O. Principles of curing. In: TOLDRA, F. (Ed.). **Handbook of fermented meat and poultry**. Iowa: Blackwell, 2007. p. 17-30.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Ecología microbiana de los alimentos 2: productos alimenticios**. Zaragoza: Acribia, 1985. 989 p.

_____. **Microorganisms in foods 5: characteristics of microbial pathogens**. London: Blackie Academic & Professional, 1996. 513 p.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 275 p.

KEMP, J. D. et al. Effect of curing ingredients, skinning and boning on yield, quality and microflora of country hams. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 2, p. 174-177, Mar. 1980.

KURAISHI, C.; YAMAZAKI, K.; SUSA, Y. Transglutaminase: its utilization in the food industry. **Food Reviews International**, New York, v. 17, n. 2, p. 221-246, Mar. 2001.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEISTNER, L. **Food design by hurdle technology and HACCP**. Culmbach: Adalbert Raps Foundation, 1994. 62 p.

_____. Use of hurdle technology in food processing: recent advances. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHANES, J. (Ed.). **Food preservation by moisture control: fundamentals and applications**. Lancaster: Technomic, 1995. p. 377-396.

LEISTNER, L.; RÖDEL, W. The significance of water activity for microorganisms in meat. In: DUCKWORTH, R. B. (Ed.). **Water reactions of foods**. London: Academic, 1975. p. 309-323.

MADRUGA, M. S. et al. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, jul./ago. 2006.

MATOS, R. A. et al. Efeito do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos fermentado cozidos elaborados a base de carne ovina. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 225-234, 2007.

MENDONÇA JÚNIOR, A. F. M. et al. **Composição centesimal da carne de ovinos alimentados com dietas á base de palma forrageira associada a diferentes fontes de fibra**. Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Zootecnia, 2009. 30 p.

MOHLER, K. **El curado: ciência y tecnología de la carne: teoría y práctica**. Zaragoza: Acribia, 1982. 116 p.

MOTOKI, M.; KUMAZAWA, Y. Review: recent research trends in transglutaminase technology for food processing. **Food Science and Technology Research**, Tokyo, v. 6, n. 3, p. 151-160, Mar. 2000.

MOTOKI, M.; SEGURO, K. Transglutaminase and its use for food processing. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 9, n. 5, p. 204-210, May 1998.

NASSU, R. T. **Utilização de carne de caprinos no processamento de embutido fermentado, tipo salame**. 1999. 154 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

OLIVEIRA, I. et al. Caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 25-31, jan./mar. 2004.

ORDOÑEZ, J. A. et al. **Tecnología de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2007. v. 2, 172 p.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E. de; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, jul./ago. 2005.

PEGG, R. B.; SHAHIDI, F. **Nitrite curing of meat: the N-Nitrosamine problem and nitrite alternatives**. Connecticut: Food & Nutrition, 2000. 268 p.

PETÄJÄ-KANNINEN, E.; PUOLANNE, E. Principles of meat fermentation. In: TOLDRA, F. (Ed.). **Handbook of fermented meat and poultry**. Iowa: Blackwell, 2007. p. 31-36.

PINHEIRO, R. S. B. et al. Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 154-157, dez. 2008. Suplemento.

PORTO, E. Microbiologia de carnes. In: _____. **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, 2006. p. 101-131.

PRATA, L. F.; FUKUDA, R. T. **Fundamentos da higiene e inspeção de carnes**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 349 p.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. **Meat Science**, Essex, v. 35, n. 2, p. 145-169, 1993.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, Nov. 1992.

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

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 2000. 202 p.

ROÇA, R. O.; BONASSI, I. A. **Temas de tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 1981. 129 p.

RUIZ, J. Ingredients. In: TOLDRA, F. (Ed.). **Handbook of fermented meat and poultry**. Iowa: Blackwell, 2007. p. 51-76.

SABATAKOU, O. et al. Classification of Greek meat products on the basis of pH and Aw values. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 18, n. 8, p. 91-95, Aug. 2001.

SAKAMOTO, H.; KUMAZAMA, Y.; MOTOKI, M. Strength of protein gels prepared with microbial transglutaminase as relates to reaction condutions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 4, p. 966-871, July 1994.

SANTOS, C. L. et al. Análise centesimal dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 51-59, jan./fev. 2008.

SARRAGA, C.; GIL, M.; GARCIA-REGUEIRO, J. A. Comparison of calpain and cathepsin (B, L, and D) activities during dry-cured ham processing from heavy and light large White pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 62, n. 1, p. 16-18, Sept. 1993.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2001. 317 p.

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Qualidade da carne ovina “in natura” e congelada por diferentes métodos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD-ROM.

SOUZA, D. A. **Mercado interno e perspectivas para a carne ovina**. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br>>. Acesso em: 18 abr. 2009.

STALIK, J. **Producción y tecnología de jamones cocidos**. Caracas: ABA, 2002. 264 p.

TAKAGI, H. et al. Recombinant transglutaminase. **Biotechnology Advances**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 297-300, Nov. 1996.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carnes e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1987. 121 p.

TERRA, N. N.; CICHOSKI, A. J.; FREITAS, R. J. S. Aspectos microbiológicos e físico químicos da parte interna da paleta suína curada, maturada e fermentada durante a etapa de processamento e armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1118-1124, jul./ago. 2008.

_____. Valores de nitrito e TBARS durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 965-970, maio/jun. 2006.

TERRA, N. N.; FREITAS, R. J. S.; CICHOSKI, A. J. Atividade de água, umidade e desenvolvimento de *Staphylococcus xylosum* durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 756-760, jul./ago. 2007.

TOLDRA, F. **Dry-cured meat products**. Connecticut: Food & Nutrition, 2002. 224 p.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. **Teste de TBA**: ranço em alimentos. São Paulo: USP, 2000. 10 p.

TRABULSI, L. R. **Microbiologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 780 p.

ZANELLA, M. A. **Mercado mundial de carne ovina e caprina**. Brasília: CNA, 2007. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br>>. Acesso em: 5 ago. 2009.

ZAPATA, J. F. F. Tecnologia e comercialização da carne ovina. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA TROPICAL BRASILEIRA, 1., 1994, Sobral. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 115-128.

ZAPATA, J. F. F. et al. Composições centesimal e lipídica da carne de ovinos do Nordeste brasileiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 691-695, jul./ago. 2001.

ZHU, Y. et al. Microbial transglutaminase: a review of its production and application in food processing. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 44, n. 2, p. 277-282, Apr. 1995.