



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Medicina Veterinária  
Instituto Superior de Agronomia

## **Efeito da inclusão de cenoura na qualidade da carne de coelho**

**Mariana Pereira Dos Santos Costa**

Presidente do Júri

Doutor João Pedro Bengala Freire

Vogais

Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e Cunha  
Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos

Orientadora

Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e  
Cunha

Co-orientadora

Engenheira Cátia Falcão Martins

2017

Lisboa

---





Universidade de Lisboa  
Faculdade de Medicina Veterinária  
Instituto Superior de Agronomia

## **Efeito da inclusão de cenoura na qualidade da carne de coelho**

**Mariana Pereira Dos Santos Costa**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Zootécnica/Produção Animal

Presidente do Júri

Doutor João Pedro Bengala Freire

Vogais

Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e Cunha  
Doutor José Pedro da Costa Cardoso de Lemos

Orientadora

Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e  
Cunha

Co-orientadora

Engenheira Cátia Falcão Martins

2017

Lisboa

## **Agradecimentos**

À minha orientadora, Professora Luísa Falcão e Cunha pela orientação dada ao longo deste trabalho. Um obrigado pela dedicação, motivação, conselhos e ensinamentos.

À Engenheira Cátia, minha co-orientadora, pelo apoio demonstrado durante a realização da tese, pelos ensinamentos laboratoriais e pela companhia durante a parte prática. Ao Engenheiro Diogo, à Engenheira Ana e à D. Georgina pela preciosa ajuda durante a parte prática.

A toda a minha família por serem o meu pilar. Aos meus avós por sempre quererem o melhor para mim, pela preocupação e sobretudo por me apoiarem na realização dos meus sonhos, são um verdadeiro exemplo. À minha mãe e amiga, por acreditar que posso sempre ir mais longe, por estar sempre presente e me apoiar e incentivar em todo o percurso académico, sem ti seria mais difícil. Ao meu irmão pelo apoio e pela amizade.

E a todos os meus amigos que me acompanharam durante este percurso e se tornaram a minha segunda família, um obrigado por partilharem comigo os melhores momentos da minha vida, por toda a amizade e companheirismo.

**Titulo:** Efeito da inclusão de cenoura na qualidade da carne de coelho

## **Resumo**

O objectivo deste estudo foi avaliar o efeito da incorporação de cenoura nos regimes alimentares de coelhos em crescimento e engorda, sobre o processo digestivo, a oxidação lipídica e as características físico-químicas da carne de coelho. Foram formulados quatro regimes alimentares com 3% de óleo de soja e quantidades crescentes de cenoura por substituição da polpa de citrinos: um regime controlo (R1), um regime com 7,5% de cenoura (R2), um regime com 15% de cenoura (R3) e um regime com 22,5% de cenoura (R4). As dietas foram distribuídas a 48 coelhos (12 x 4), alojados individualmente, dos 37 aos 71 dias de idade. Não se registaram diferenças significativas na quantidade ingerida diária nem no aumento diário de peso entre os regimes. Os coeficientes de utilização digestiva (CUD) não foram afectados pela incorporação de cenoura. O peso do fígado nos regimes com cenoura foi 18% menor que no regime controlo. O rendimento de carcaça foi significativamente inferior ( $P < 0,05$ ) nos regimes com cenoura em relação ao regime controlo. A oxidação lipídica da carne aumentou significativamente ( $P < 0,0001$ ) com o aumento da quantidade de cenoura e o tempo de armazenamento.

**Palavras-Chave:** coelhos, cenoura, oxidação lipídica.

**Title:** Effect of carrot inclusion on rabbit meat quality

## **Abstract**

The aim of this study was to assess the effect of carrot incorporation to growing and fattening rabbit diets on digestibility of diets, lipid oxidation and physico-chemical characteristics of rabbit meat. Four diets with 3% soybean oil and increasing amounts of carrot replacing the citrus pulp were formulated: a control diet (R1), a diet with 7,5% carrot (R2), a diet with 15% carrot (R3) and a diet with 22,5% carrot (R4). 48 rabbits (12 x 4) aged 37 to 71 days in separate housing were fed with these diets. There were no meaningful differences regarding daily feed intake or average daily gain. Total tract apparent digestibility weren't significantly affected either. Liver weight in the carrot diets was 18% lower than in control diet. Carcass yield was significantly lower ( $P < 0,05$ ) in the carrot diets compared to control diet. Lipid oxidation of meat increased significantly ( $P < 0,0001$ ) with increasing amount of carrot and time of storage.

**Key words:** rabbit, carrot, lipid oxidation.



# Índice

Agradecimentos.....	I
Resumo.....	II
Abstract .....	III
Índice de tabelas.....	VII
Índice de figuras.....	VII
Lista de abreviaturas e siglas.....	VIII
Introdução .....	1
Capítulo I – Revisão Bibliográfica.....	2
1. A gordura na Alimentação Animal .....	2
1.1. A importância de utilização da gordura .....	2
1.2. Tipos de lípidos.....	3
1.3. Níveis de gordura.....	4
1.4. Efeito no processo digestivo dos animais .....	5
1.5. Efeitos no produto.....	7
1.6. Efeitos negativos da gordura na conservação da carne.....	9
2. Formas de prevenir a oxidação lipídica da carne .....	10
2.1. Antioxidantes .....	10
2.2. Produtos naturais com propriedades antioxidantes .....	12
2.2.1. A cenoura .....	13
Capítulo II - Material e Métodos.....	16
1. Introdução .....	16
2. Delineamento experimental .....	16
2.1. Animais .....	16
2.2. Regimes Alimentares .....	16
2.3. Colheitas.....	18
3. Análises químicas .....	18
3.1. Preparação de amostras.....	18
3.2. Determinação da Matéria Seca e Cinza.....	19
3.3. Determinação da Fibra .....	19
3.4. Determinação da Proteína Bruta .....	19
3.5. Determinação da Gordura Bruta .....	20
3.6. Determinação da Energia Bruta .....	20
3.7. Determinação do pH .....	20
3.8. Determinação do índice de ácido tiobarbitúrico (TBA).....	20
3.9. Retenção de água .....	21

3.10.	Cor da carne .....	21
4.	Análise estatística.....	21
Capítulo III – Resultados e Discussão.....		22
1.	Resultados Zootécnicos.....	22
2.	Digestibilidade .....	23
3.	Resultados dos abates.....	24
4.	Oxidação lipídica da carne .....	27
5.	Retenção de água .....	29
6.	Composição química da carne .....	29
7.	Cor da carne .....	30
Bibliografia .....		34

## Índice de tabelas

<b>Tabela 1.</b> Composição centesimal dos regimes alimentares experimentais, em % .....	17
<b>Tabela 2.</b> Composição química dos regimes alimentares experimentais, em % de MS.....	17
<b>Tabela 3.</b> Composição química da Cenoura, em % de MS .....	18
<b>Tabela 4.</b> Composição química da Polpa de Citrinos, em % de MS .....	18
<b>Tabela 5.</b> Efeito da ingestão dos regimes alimentares no crescimento e resultados zootécnicos.....	22
<b>Tabela 6.</b> Efeito dos regimes alimentares experimentais sobre a utilização digestiva das diferentes fracções .....	23
<b>Tabela 7.</b> Efeito dos regimes alimentares sobre os parâmetros determinados ao nível da carcaça e do aparelho digestivo do coelho, em g.....	25
<b>Tabela 8.</b> Efeito dos regimes alimentares sobre os parâmetros determinados ao nível da carcaça e do aparelho digestivo do coelho, em g/kg PV .....	25
<b>Tabela 9.</b> Efeito dos regimes alimentares, e do tempo de armazenamento sobre a oxidação lipídica na carne de coelho, mg MDA/ kg de carne.....	27
<b>Tabela 10.</b> Efeito dos regimes alimentares em estudo sobre a retenção de água na carne de coelho após o abate, em % .....	29
<b>Tabela 11.</b> Composição química (%) da carne de coelho .....	30
<b>Tabela 12.</b> Resultados da medição da cor da carne de coelhos submetidos a diferentes níveis de inclusão de cenoura .....	30

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Efeito dos regimes alimentares e do tempo de armazenamento sobre a oxidação lipídica da carne de coelho .....	28
---	----

## Lista de abreviaturas e siglas

ADF	Fibra em detergente ácido
ADL	Lenhina em detergente ácido
BHA	Butil-hidroxianisol
BHT	Butil-hidroxitolueno
CRA	Capacidade de retenção de água
CUD	Coeficiente de utilização digestiva
DHA	Ácido docosahexaenoico
ED	Energia digestível
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
EE	Extrato Etéreo
EPA	Ácido Eicosapentaenoico
GB	Gordura bruta
GMD	Ganho médio diário
IC	Índice de Conversão
LD	<i>Longissimus dorsi</i>
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
MUFA	Ácidos gordos monoinsaturados
NDF	Fibra em detergente neutro
PB	Proteína bruta
pHu	pH último
PUFA	Ácidos gordos polinsaturados
PV	Peso vivo
QI	Quantidade ingerida
RMSE	Erro Quadrático Médio
R1	Regime controlo
R2	Regime com 7,5% de cenoura
R3	Regime com 15% de cenoura
R4	Regime com 22,5% de cenoura
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TBARS	Substâncias reactivas ao ácido tiobarbitúrico

## Introdução

A carne de coelho é uma carne com características favoráveis para a alimentação humana. É uma carne rica em ácidos gordos polinsaturados e possui uma relação n-6/n-3 baixa quando comparada com as outras carnes. De forma a aumentar a quantidade de ácidos gordos ómega-3 na carne, que se considera terem efeitos benéficos na saúde humana, tem-se recorrido à modificação da quantidade e composição química dos ácidos gordos através da incorporação de gorduras na dieta, o que pode conduzir a problemas de oxidação.

A oxidação lipídica é uma das causas responsáveis pela deterioração da carne, que pode resultar na descoloração, desenvolvimento de cheiros e sabor a ranço, formação de compostos tóxicos, redução do prazo de validade e perda de valor nutricional.

Para contrariar este processo de deterioração química, em conjunto com o uso de embalagens de atmosfera modificada para o armazenamento da carne, existe um crescente interesse na utilização de antioxidantes nas fórmulas das rações para animais. Tendo em conta o mercado actual e a preocupação dos consumidores com a segurança e toxicidade dos alimentos, a indústria alimentar procura utilizar antioxidantes naturais.

Embora o antioxidante mais procurado seja a vitamina E, existem outros compostos ou ingredientes de origem natural com propriedades antioxidantes que também podem ser utilizados na alimentação animal.

A cenoura é um produto hortícola com um valor nutritivo importante devido ao seu teor em fitoquímicos, nomeadamente,  $\beta$ -carotenos e compostos fenólicos. Além disso, é um produto com uma taxa de refugo elevada, podendo deste modo ser aproveitado e incorporado nos regimes alimentares para animais.

O objectivo deste ensaio experimental foi verificar se a cenoura pode ser utilizada na alimentação dos coelhos, se possui um efeito antioxidante na carne de coelho e se poderá contribuir para a sua conservação durante o período de armazenamento.

# Capítulo I – Revisão Bibliográfica

## **1. A gordura na Alimentação Animal**

### **1.1. A importância de utilização da gordura**

Os coelhos necessitam de um teor mínimo de fibra na sua alimentação para o bom funcionamento do tracto digestivo, e para isso a incorporação de alimentos fibrosos na dieta é um factor importante (Xiccato, 1999), no entanto estas dietas são pobres em energia (Dalle Zotte, 2002). Através da utilização de óleos ou alimentos ricos em gordura torna-se possível aumentar a energia dos regimes alimentares dos coelhos, pois tal como outros monogástricos, o coelho consegue digerir alimentos ricos em lípidos (Falcão e Cunha, Jorge, Freire & Perez, 2000).

A importância da utilização da gordura no aumento de energia da dieta estende-se a diversas fases de crescimento do coelho e também aos animais reprodutores. O aumento da concentração energética dos regimes estimula o consumo de energia no caso das coelhas reprodutoras, o que é particularmente importante visto que as fêmeas têm um défice de energia durante a fase de lactação (Xiccato, 1996). Em coelhos desmamados, a adição de gordura pode melhorar a condição corporal, estimular o desenvolvimento do sistema imunológico e melhorar a saúde (Maertens, Aerts & De Brabander, 2005). Em coelhos em crescimento e engorda a suplementação de gordura pode mudar favoravelmente o perfil de ácidos gordos e o valor nutricional da carne de coelho (Hernández, 2008).

Além do seu papel como fonte de energia, a gordura tem um papel importante no fornecimento de ácidos gordos com funções nutricionais específicas no organismo animal, como o ácido linoleico e o ácido linolénico, uma vez que o coelho, como os outros mamíferos, não é capaz de sintetizar ácidos gordos essenciais, e por isso têm de ser fornecidos através dos regimes alimentares. O ácido linoleico é essencial para a síntese do ácido araquidónico, que é o precursor das prostaglandinas e prostaciclina, associadas a funções reprodutivas. O ácido linolénico é essencial para a síntese de ácido eicosapentaenónico (EPA), o precursor de vários compostos essenciais para diversas funções, tais como, cardíacas, cerebrais e visuais, e também para o sistema imunológico (Sanders, 1988). Como já foi referido anteriormente, a adição de gordura à dieta dos animais tem também um papel fundamental na modificação da qualidade dos produtos, nomeadamente no perfil de ácidos gordos e da qualidade dietética da carne e produtos cárneos. Esta modificação permite, por exemplo, o aumento do nível de ácidos gordos ómega-3 e o decréscimo do rácio ómega-6/ómega-3 para valores inferiores a 5, com o objectivo de melhorar o valor nutritivo da carne

de coelho (Hernández, 2008).

A utilização de gordura na alimentação animal tem também vantagens tecnológicas no fabrico de alimentos compostos. A suplementação de gordura na alimentação facilita a granulação e aumenta a estabilidade do granulado. Além de melhorar o aspecto do alimento e a sua palatabilidade, também actua na redução do pó (Maertens, 1998).

A redução do pó da ração é particularmente importante nos coelhos, uma vez que a inalação de partículas do pó dos alimentos demasiado finos, por acção mecânica sobre a mucosa pituitária, pode causar problemas respiratórios nos coelhos, como a coriza banal (Lebas, Coudert, Rouvier & Rochambeau, 2001)

## **1.2. Tipos de lípidos**

Os lípidos pertencem a uma classe heterogénea de compostos de estrutura diversa. Os lípidos são compostos que comportam na sua molécula uma cadeia alifática com, pelo menos 8 átomos de carbono (Campos, 2009). As gorduras e óleos pertencem ao grupo dos glicéridos, são triésteres do glicerol com ácidos gordos, e designam-se de triglicéridos.

Os triglicéridos variam de acordo com a natureza e posição dos ácidos gordos. Um ácido gordo é qualquer ácido monocarboxílico alifático que possa libertar-se por hidrólise a partir de óleos ou gorduras naturais (Campos, 2009). E podem ser classificados em ácidos gordos saturados ou insaturados, dependendo do seu número de ligações duplas. Os ácidos gordos saturados contêm apenas ligações simples entre os átomos de carbono, enquanto os insaturados podem ser divididos em dois grupos, ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), quando contêm apenas uma dupla ligação, ou ácidos gordos polinsaturados (PUFA), quando têm mais do que uma dupla ligação (Halpern, 1997; Xiccato, 2010).

Relativamente à síntese dos ácidos gordos insaturados, os MUFA, nos mamíferos, podem ser sintetizados a partir do ácido gordo saturado correspondente, por desidrogenação oxidante. O mesmo já não se pode afirmar acerca dos PUFA, pois os ácidos linoleico e linolénico não podem ser sintetizados pelos mamíferos, e são considerados ácidos gordos essenciais (Campos, 2009).

O ácido linoleico é o precursor da família ómega-6 dos PUFA, enquanto o ácido linolénico tem a mesma função para a família ómega-3, especialmente para os ácidos gordos de cadeia longa, como o ácido eicosapentaenóico e o ácido docosahexaenoico (DHA) (Hernández, 2008). Os ácidos gordos essenciais têm de ser fornecidos aos coelhos através da sua alimentação, daí a importância da inclusão de gordura na dieta.

A natureza da gordura difere em função da estrutura química dos ácidos gordos, e do seu ponto de fusão. Os triglicéridos de origem vegetal são uma mistura de lípidos relativamente

líquidos à temperatura ambiente, denominados óleos, enquanto os de origem animal são misturas de lípidos relativamente sólidos à temperatura ambiente, designam-se por gorduras (Xiccato, 2010).

A gordura de origem vegetal são os óleos e oleínas, como por exemplo, óleo de coco, óleo de soja, óleo de milho e azeite. Já a manteiga, sebo de bovino, banha de porco, gordura de aves e óleo de peixe são exemplos de gorduras de origem animal (Xiccato, 2010).

Os ácidos gordos da gordura adicionada à dieta dos coelhos não se alteram significativamente durante a digestão e são incorporados no tecido adiposo do coelho (Fernández-Carmona, Pascual & Cervera, 2000). Esta capacidade dos monogástricos torna possível a modificação do perfil de ácidos gordos do tecido adiposo e muscular do coelho através do uso estratégico de gordura insaturada na dieta. Assim sendo, a composição da gordura adicionada à dieta vai determinar as principais características físicas, químicas e organolépticas da carne de coelho (Fernandéz & Fraga, 1996)

### **1.3. Níveis de gordura**

Como referido anteriormente, o organismo do coelho não é capaz de sintetizar de *novo* alguns lípidos necessários para o adequado funcionamento fisiológico (Hernandéz, 2008), e por isso, os coelhos requerem uma quantidade mínima de ácidos gordos essenciais na sua dieta (Xiccato, 2010). De modo a suprimir as necessidades dos coelhos e a melhorar o valor nutricional da carne de coelho (Hernández, 2008), podem ser formuladas dietas suplementadas com diferentes fontes de gordura ricas em ácidos gordos essenciais.

Nas últimas décadas foram estudados os efeitos de inclusão de diferentes teores, assim como da utilização de diversas fontes de gordura nos regimes alimentares dos coelhos. Os estudos debruçaram-se essencialmente na avaliação das características da carcaça, do valor nutritivo e das propriedades sensoriais da carne de coelho.

Segundo Fernández, Cobos e Fraga (1994) a inclusão de gordura em quantidades de 20 a 60 g EE por kg MS podem melhorar a utilização digestiva da dieta, evidenciando uma melhoria dos resultados de crescimento (Maertens, 1998; Xiccato, 1999; Dalle Zotte, 2002). No entanto, os efeitos do nível de inclusão de gordura são na maioria dos casos sobre a qualidade da carcaça e a sua adiposidade (Fernández & Fraga, 1996; Oliver, Guerrero, Diaz, Gispert, Pla & Blasco, 1997).

No entanto, a inclusão de teores elevados de gordura nas dietas superiores a 90 g EE por kg MS têm levado a resultados controversos.

De acordo com a revisão realizada por Xiccato (1999) observa-se ou um efeito negativo sobre os resultados zootécnicos e resultados de abate, ou um aumento do rendimento de carcaça. Já

Oliver et al. (1997) verificaram um decréscimo do rendimento de carcaça, relacionado com o excesso de deposição de gordura na carcaça do coelho, o que torna o enriquecimento desvantajoso. Além das limitações fisiológicas do animal, também existem limitações tecnológicas, a inclusão de níveis elevados de gordura pode ter efeitos negativos na qualidade, durabilidade e custo de produção de alimento (Dalle Zotte, 2002).

#### **1.4. Efeito no processo digestivo dos animais**

A adição de gordura permite aumentar a concentração energética dos regimes alimentares ricos em fibra (Dalle Zotte, 2002). Os coelhos têm a capacidade de controlar a ingestão de alimento de acordo com o conteúdo energético da dieta (Xiccato, 1999). Assim sendo, com o aumento da energia fornecida pela dieta, o coelho diminui a ingestão de alimento, este decréscimo está associado a um trânsito da digesta mais lento, e por consequência, a uma melhoria de eficiência de conversão alimentar (Falcão e Cunha, Peres, Freire & Castro-Solla, 2004; Fernández et al., 1996; Xiccato, 1999).

A adição de gordura a quantidades moderadas, de 50 a 90 g EE por kg MS, pode melhorar a utilização digestiva da dieta total ou de fracções analíticas individuais (Fernández et al., 1994; Xiccato, 1999).

A digestibilidade dos lípidos depende do teor e da fonte da gordura adicionada na dieta (Xiccato, 2010), e também do teor de lípidos estruturais ligados às paredes das células, que são menos digestíveis do que as gorduras adicionadas à dieta (Fernández-Carmona et al., 2000).

Em 3 dietas com 0% (controlo), 3% e 6% de gordura adicionada, Santomá, Blas, Carabaño e Fraga (1987) observaram um aumento significativo na digestibilidade do extracto etéreo com o aumento do nível de gordura (0,64, 0,75 e 0,79, respectivamente). Isto deve-se ao facto de os lípidos das matérias-primas convencionais estarem ligados às paredes celulares das plantas o que os torna menos disponíveis às enzimas digestivas, enquanto as gorduras puras são mais digestíveis (Fernández-Carmona et al., 2000; Fernández et al., 1994).

Os trabalhos desenvolvidos por Maertens, Huyghebaert e De Groote (1986) e Santomá et al. (1987) evidenciaram diferenças nos valores da digestibilidade da fracção EE (EEd) no que diz respeito à natureza das gorduras. O óleo de soja e de girassol apresentaram uma digestibilidade elevada, de 77% a 87%, enquanto a digestibilidade de uma mistura de banha e gordura animal, variou entre 71% e 75%, e a de sebo de bovino entre 52% e 64%. Estas diferenças podem ser explicadas pelo grau de insaturação das gorduras, as gorduras

insaturadas (óleo de soja e óleo de girassol) são emulsificadas mais facilmente no tracto digestivo do coelho, e por isso a sua absorção é mais facilitada do que as gorduras saturadas (banha e sebo) (Fernández-Carmona et al., 2000). O aumento da EEd das dietas com adição de quantidades moderadas de gordura foi confirmado por vários autores.

No entanto, para dietas ricas em gordura, superiores a 90 g EE por kg MS, observou-se uma EEd mais elevada do que no regime controlo, mas com valores inferiores aos registados em regimes com quantidades moderadas de gordura (Maertens et al., 1986; Fernández-Carmona et al., 1998; Pascual, Cervera, Blas & Fernández-Carmona, 1998a). Falcão e Cunha, Freire & Gonzalves (1996) e Xiccato (1998) atribuíram esses resultados ao efeito negativo dos elevados níveis de gordura tanto na eficiência digestiva, como na actividade da microflora do ceco.

O teor em energia digestível (ED) das dietas com inclusão de gordura é geralmente maior do que o das dietas sem inclusão de gordura, e como resultado influencia a digestibilidade da energia. De facto, alguns estudos revistos por Fernández-Carmona et al. (2000) mostraram um aumento da digestibilidade da energia quando a gordura foi adicionada à dieta.

Os resultados em relação ao efeito da inclusão de gordura nas outras fracções da dieta são controversos.

Na revisão sobre este tema, Fernández-Carmona et al. (2000) verificaram que não havia efeito significativo da adição de gordura à dieta sobre a digestibilidade da fibra em muitos estudos (Xiccato, Parigi-Bini, Dalle-Zotte, Carazzolo & Cosse, 1995; Perez, Fortun-Lamothe & Lebas, 1996), no entanto, outros observaram um aumento da digestibilidade. Fernández et al. (1994) mostraram um aumento da digestibilidade do ADF de 14,1 para 22,2% quando a gordura foi incluída na alimentação dos coelhos. As diferença entre estudos pode ser atribuída mais à natureza da fibra da dieta do que da adição de gordura (Fernández-Carmona et al., 2000).

Quanto ao efeito da natureza da gordura no processo digestivo do coelho, Fernández et al. (1996) observaram que a utilização de 3% de óleo de soja na dieta afectou mais favoravelmente o ganho médio diário, a ingestão alimentar, a ED/g de peso corporal ganho do que a incorporação de 3% de oleínas.

## 1.5. Efeitos no produto

Quando se pretende modificar o perfil de ácidos gordos do tecido adiposo e muscular através do uso de gorduras na dieta, passando para um grau de insaturação mais elevado, existem efeitos que têm de ser tidos em conta. Essa modificação tanto pode afectar a qualidade da carcaça como a qualidade da carne de coelho. Poderão ocorrer efeitos positivos, mas também negativos, pelo que é necessário ajustar o perfil de ácidos gordos conforme o objectivo estabelecido. A composição dos ácidos gordos determina a firmeza do tecido adiposo e a estabilidade oxidativa do músculo, que também afecta a cor e o “flavour” da carne (Wood, Enser, Fisher, Nute, Sheard, Richardson, Hughes & Whittington, 2008).

Os efeitos na qualidade da carcaça são geralmente associados aos níveis de inclusão da gordura. Segundo Dalle Zotte (2002), a inclusão de um teor de gordura na dieta em quantidades moderadas pode melhorar o rendimento da carcaça, enquanto a inclusão de elevados teores de gordura podem afectar negativamente o rendimento de carcaça, visto que a deposição de gordura aumenta significativamente. O efeito mais acentuado da adição de gordura à dieta verifica-se ao nível da adiposidade da carcaça do coelho, bem visível tanto na gordura peri-renal como na gordura total dissecável. As quantidades elevadas de gordura na dieta favorecem o aumento do teor de gordura na carne, enquanto os teores de proteína e água diminuem (Dalle Zotte, 2002; Pla & Cervera, 1997).

Os coelhos alimentados com dietas com adição de gordura apresentam uma redução do peso do fígado, alteração das medidas biométricas, e um aumento da circunferência lombar, que inclui o volume de gordura contido na cavidade abdominal do coelho, e consequentemente, torna a carcaça mais curta e compacta, uma característica que os consumidores parecem preferir (Fernández & Fraga, 1996).

Além dos efeitos na qualidade da carcaça, a adição de gordura pode também afectar algumas propriedades físicas da carne de coelho. A qualidade da carne de coelho é muito influenciada pelo pH e pela capacidade de retenção de água (CRA) da carne (Dalle Zotte, 2002).

Após o abate, ocorre uma descida de pH até se esgotarem todas as reservas energéticas musculares que o animal tinha na altura antes do abate, esse pH é designado pH último. O pHu da carne de coelho é influenciado por vários factores, entre eles destacam-se o regime alimentar, o processo de abate, a refrigeração da carcaça e o armazenamento da carne (Hulot & Ouhayoun, 1999; Dalle Zotte, 2002). Um pH baixo na carcaça ajuda a manter as características da carne, já que valores acima de 6 dificultam a sua conservação. Nos coelhos, o pHu varia entre 5,4 e 6,4, dependendo da localização do músculo (Hulot & Ouhayoun, 1999). No entanto, Raimondi, Auxilia, Masoero e De Maria (1975a) observaram um aumento

do pHu do músculo na carne de coelhos alimentados com regimes com suplementação de gordura, o que a temperaturas favoráveis acelera a sua deterioração.

O teor total de lípidos do músculo tem um papel importante nas características sensoriais, como a tenrura e a suculência da carne cozinhada. A suculência é uma das características mais afectadas pelo aumento dos níveis de gordura, associado a um aumento da capacidade de retenção de água na carne (Wood et al., 2008). Oliver et al. (1997) evidenciaram um aumento da suculência nos lombos dos coelhos alimentados com adição de gordura (vegetal ou animal) quando comparados com a dieta controlo.

A capacidade de retenção de água pode ser definida como um parâmetro que avalia a capacidade da carne em reter água durante a aplicação de forças externas (corte, moagem, pressão) e que no momento da mastigação traduz uma sensação de suculência ao consumidor (Dabés, 2001).

A fonte de gordura influencia a composição de ácidos gordos da gordura corporal, que por sua vez determina as principais características físicas, químicas e organolépticas da carne de coelho (Fernández et al., 1996).

Relativamente à aparência, a cor da carne é o factor de qualidade mais importante que afecta a escolha no momento de compra e a decisão do consumidor, constituindo um dos critérios básicos para a sua selecção. O teor de mioglobina muscular, o tipo de músculo, o pHu, a idade dos animais e o regime alimentar influenciam a cor da carne (Hernández & Dalle Zotte, 2010). Outro factor que influencia a cor da carne é a forma química da mioglobina que se pode apresentar em três formas distintas: mioglobina reduzida ( $MbFe^{2+}$ ), que confere a cor vermelha púrpura, característica da carne fresca embalada a vácuo ou do interior da massa muscular recém cortada, a mioglobina oxigenada ou oximioglobina ( $MbO_2Fe^{2+}$ ), de cor vermelha brilhante e a metamioglobina ( $MMbFe^{3+}$ ), que é produzida se ocorrer oxidação, e torna a cor da carne castanha acinzentada, associada pelos consumidores a carnes armazenadas por longos períodos (Trout, 2003).

A mioglobina, oximioglobina e metamioglobina podem mudar de umas formas para as outras dependendo das condições em que a carne é armazenada.

As médias esperadas dos parâmetros da cor do músculo *Longissimus dorsi* (LD) dos coelhos para L\*, a\* e b\* variam de 56 a 60, 2,6 a 3,4 e 4,0 a 5,0, respectivamente (Dalle Zotte, 2004). A cor da carne também pode sofrer alterações de acordo com a fonte de gordura utilizada na dieta. Os animais alimentados com regimes com inclusão de gordura de origem vegetal apresentaram uma carne com uma cor vermelha mais intensa (Oliver et al., 1997; Pla & Cervera, 1997). A par da cor da carne, a fonte de gordura utilizada também influencia a cor e consistência da gordura peri-renal, neste caso, a gordura fica mais escura e suave (Oliver et al,

1997). Esta característica é importante, já que pode afectar a aceitação do consumidor quando a carcaça é vendida inteira, pois a cor da gordura é usada como referência de frescura pelos consumidores.

Outra característica sensorial influenciada pela mudança no perfil de ácidos gordos pela inclusão de gordura na dieta é o “flavour”. Oliver et al. (1997) observaram que a gordura de origem vegetal, quando comparada com a gordura de origem animal, resultou numa carne com melhor sabor.

### **1.6. Efeitos negativos da gordura na conservação da carne**

A carne de coelho, em comparação com as outras carnes, tem um valor nutritivo elevado que pode ser enaltecido, uma vez que a quantidade e composição dos ácidos gordos na gordura e na carne de coelho podem ser manipulados através dos regimes alimentares. Posto isto, vários estudos têm sido conduzidos com o objectivo de aumentar o teor de ácidos gordos polinsaturados nos produtos animais, uma vez que são associados a vários benefícios para a saúde humana (Wood et al., 2004).

No entanto, podem ocorrer alterações na fracção lipídica que levam a deterioração da carne e dos produtos cárneos.

A oxidação lipídica é um dos mecanismos responsáveis pela deterioração da qualidade da carne durante o seu armazenamento. Este mecanismo origina o desenvolvimento de um odor e sabor forte a ranço, descoloração, perda de valor nutritivo, diminuição do prazo de validade e acumulação de compostos tóxicos que podem ser prejudiciais para a saúde dos consumidores (Chaijan, 2008).

Os lípidos estão amplamente distribuídos tanto no espaço intracelular como no extracelular da carne, como triglicéridos, fosfolípidos e esteróides. Os lípidos são quimicamente instáveis, e assim mais propensos à oxidação, especialmente durante a fase *post-mortem* e o armazenamento da carne. Sendo assim, os PUFA, por serem muito insaturados, facilmente são atacados pelo oxigénio do ar (Dalle Zotte, 2002; Chaijan, 2008). Os processos de oxidação envolvem apenas o oxigénio e os lípidos insaturados. A oxidação lipídica é uma reacção em cadeia que ocorre em 3 fases, a iniciação, propagação e terminação e envolve a produção de radicais livres (Chaijan, 2008).

Na iniciação ocorre a formação dos radicais livres do ácido gordo, que por sua vez na propagação, por estarem susceptíveis ao ataque de oxigénio atmosférico, são convertidos em outros radicais e aparecem os produtos primários de oxidação (peróxidos e hidroperóxidos)

cuja estrutura depende da natureza dos ácidos gordos presentes. Por fim, a terminação em que dois radicais se combinam, com a produção de produtos estáveis obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos. Esta oxidação secundária leva à formação de ácidos carboxílicos, alcanos, aldeídos, álcoois e cetonas, e que originam diversos cheiros desagradáveis (Pestana, 2007). A oxidação lipídica da carne de coelho pode ser medida através do índice de ácido tiobarbitúrico (TBA), que é um dos métodos mais utilizados para a determinação do nível de oxidação lipídica em produtos alimentares. Este teste origina um pigmento avermelhado resultante da reacção química entre o TBA e o aldeído malónico, que é um produto da oxidação lipídica, cuja concentração permite avaliar a extensão da oxidação da carne. O seu valor final é expresso em miligramas de aldeído malónico por kg da amostra. Segundo Campo, Nute, Hughes, Enser, Wood e Richardson (2006) a partir dos 2 mg de aldeído malónico por kg de carne o consumidor já pode detectar sensorialmente produtos com sabor a ranço.

A taxa de oxidação lipídica é influenciada por vários factores, que incluem o teor de gordura, o perfil de ácidos gordos e a capacidade antioxidante dos músculos da carne (Dalle Zotte, 2002). Os factores que aceleram esta taxa são as temperaturas elevadas, a exposição à luz, radiações ionizantes, peróxidos, enzimas lipolíticas, catalisadores orgânicos férricos e catalisadores metálicos. No entanto, a taxa de oxidação lipídica pode também ser atrasada através da refrigeração, do uso de embalagens no armazenamento e através da utilização de antioxidantes

## **2. Formas de prevenir a oxidação lipídica da carne**

### **2.1. Antioxidantes**

Os antioxidantes podem ser definidos como substâncias que quando presentes nos alimentos a determinadas concentrações, retardam ou inibem a oxidação de substratos oxidáveis (Halliwell, 2001).

A utilização de antioxidantes é particularmente vantajosa quando os regimes alimentares têm na sua composição elevados teores de ácidos gordos polinsaturados. Os antioxidantes protegem os lípidos da carne da oxidação, promovendo uma melhor conservação da carne e um prazo de validade mais longo.

Existem diversos tipos de antioxidantes. Estes podem ser classificados em antioxidantes primários, sinergistas, removedores de oxigénio, biológicos e agentes quelatantes.

Os antioxidantes primários, como é o caso dos compostos fenólicos (ex: butil-hidroxi-anisol

(BHA), butil-hidroxitolueno (BHT) que são sintéticos e tocoferóis que são naturais), promovem a remoção ou inactivação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reacção, através da doação de átomos de hidrogénio a estas moléculas interrompendo a reacção em cadeia.

Os sinergistas, como por exemplo, o ácido cítrico e ácido ascórbico, que promovem a actividade dos antioxidantes.

Os removedores de oxigénio, como o ácido ascórbico, que são compostos que agem capturando o oxigénio existente, através de reacções químicas estáveis que o torna indisponível para actuar como propagador da oxidação.

Antioxidantes biológicos, que incluem várias enzimas, como a glucose oxidase, que removem o oxigénio ou compostos altamente reactivos de um sistema alimentar.

E agentes quelatantes, que complexam iões metálicos, cobre e ferro, que catalisam a oxidação lipídica. Exemplos destes antioxidantes são o ácido cítrico e os seus sais, fosfatos e sais de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) (Pestana, 2007).

Devido ao potencial dos antioxidantes sintéticos para causar efeitos toxicológicos indesejáveis, surgiu o interesse por parte dos consumidores e da indústria alimentar de encontrar novos antioxidantes seguros e de origem natural (Falowo, Fayemi & Muchenje, 2014).

Na alimentação animal, tem sido estudado o efeito das vitaminas antioxidantes, sendo a vitamina E a mais estudada. A vitamina E pode ser administrada de duas formas, pela sua forma natural, D- $\alpha$ -tocoferol, que é um óleo subproduto da indústria, e pela sua forma sintética, DL- $\alpha$ -tocoferol. Num estudo recente descobriu-se que a forma natural da vitamina E é mais eficiente na melhoria da estabilidade oxidativa da carne de coelho (Zsédely, Tòth, Eiben, Viràg, Fàbiàn & Schimidt, 2008).

A vitamina E é essencial para o crescimento, melhora a função imunológica, para a integridade dos tecidos, reprodução, prevenção das doenças e funções antioxidantes no sistema biológico. Pelo que a suplementação de acetato  $\alpha$ -tocoferol na dieta torna a carne de coelho uma fonte importante de vitamina E. O grande interesse desta suplementação, é a sua elevada actividade antioxidante, já que a sua presença nas células musculares reduz a oxidação lipídica, e também possibilita a limitação da oxidação proteica, e que consequentemente, estende o período de conservação da carne e melhora as características de qualidade como a cor, flavor e textura (Dalle Zotte & Szendrő. 2011).

Segundo Corino, Pastorelli, Pantaleo, Oriani & Salvatori (1999), a suplementação de acetato  $\alpha$ -tocoferol nos regimes alimentares resultou na estabilização da cor superficial tanto da carne de coelho crua como cozinhada, observada com 1 e 7 dias de armazenamento a 4°C. Também

Dal Bosco e Castellini (1998) demonstraram que os animais alimentados com 200 mg de acetato  $\alpha$ -tocoferol/kg ração mantêm as suas características físico-químicas (CRA, cor  $L^*a^*b^*$  e estabilidade oxidativa) durante os 30 dias de congelação.

## **2.2. Produtos naturais com propriedades antioxidantes**

Embora a vitamina E seja o antioxidante mais utilizado, o seu custo é elevado e existem outros compostos ou ingredientes de origem natural, com propriedades antioxidantes que também podem ser utilizados na alimentação animal tais como: minerais, enzimas, sementes, subprodutos da indústria, taninos vegetais ou outras vitaminas.

Algumas ervas e especiarias podem ser ingredientes eficientes em prolongar o prazo de validade da carne, uma vez que contêm fitoquímicos, que são potenciais fontes de antioxidantes naturais, incluindo flavonóides, taninos e ácidos fenólicos (Zhang, Xiao, Samaraweera, Lee & Ahn, 2010). Os antioxidantes extraídos das plantas, como a soja, casca de frutas cítricas, sementes de sésamo, azeitonas, alfarrobas e casca de uva, podem ser também usados para efeitos sobre a inibição de oxidação lipídica (Fernández-Ginés, Fernández-López, Sayas-Barberá & Pérez-Alvarez., 2005).

A utilização da aveia na alimentação dos coelhos também se tornou uma forma natural de melhorar a estabilidade da carne, isto é, com o aumento dos níveis de aveia na dieta, a estabilidade oxidativa dos lípidos dos coelhos pode ser significativamente melhorada (Lopez-Bote, Sanz Arias, Rey & Castaño, 1998).

O óleo essencial de orégão contém antioxidantes fenólicos. O efeito da suplementação da dieta com este óleo na oxidação lipídica da carne tem sido estudado nos coelhos. A adição de 200 mg/kg de óleo na dieta mostrou um efeito antioxidante significativo (Botsoglou, Florou-Paneri, Chrisyaki, Giannenas & Spais, 2004) e baixou a média de carga microbiana nas carcaças durante o armazenamento (Soultsos, Tzikas, Christaki, Papageirgiou & Steris, 2009). Os efeitos do óleo de sementes de chia, rico em ácidos gordos ómega-3 e fonte de antioxidantes, na performance, na qualidade da carcaça e no perfil de ácidos gordos da carne de coelho têm sido estudados. Recentemente, Meineri, Cornale, Tassone e Peiretti (2010) têm estudado o efeito antioxidante na carne de coelho, no entanto, a suplementação com óleo de sementes de chia não pode exceder os 15% devido ao aumento do nível de ácidos gordos poli-insaturados na carne.

Dentro dos extractos naturais com propriedades antioxidantes, os taninos, grupos heterogéneos de polímeros fenólicos, são potenciais candidatos antioxidantes para serem usados na alimentação animal. Na carne de coelho, os taninos condensados de árvores de quebracho vermelho mostraram um aumento dos valores de  $b^*$  (Dalle Zotte & Cossu, 2009).

Gai et al. (2009) observaram uma redução dos valores de TBARS a uma suplementação de taninos a 0,5%.

A *Spirulina*, devido aos seus potenciais benefícios para a saúde, como a anti-obesidade, redução de lípidos, acção hipocolesterolémica e efeito antioxidante, chamou a atenção de alguns investigadores. A *Spirulina* é uma fonte rica em ficocianina, um pigmento antioxidante, e carotenóides (Cheong, Kim, Sok, Hwang & Lee, 2010). No entanto os resultados de um estudo recente (Dal Bosco, Gerencsér, Szendrő, Mugnai, Cullere, Kovács, Ruggeri, Mattioli, Castellini & Dalle Zotte, 2014) mostraram que a suplementação com 5% de *Spirulina* nos regimes não teve nenhum efeito na estabilidade oxidativa da carne de coelho. Dal Bosco et al. (2014) também estudaram os efeitos da suplementação com 3% de tomilho na carne de coelho. O tomilho é um óleo essencial que contém mais de 60 componentes, conhecidos pelas suas propriedades antioxidantes e actividade antimicrobiana (Rota, Herrera, Martínez, Sotomayor, & Jordán, 2008). Nesse estudo, comprovou-se que o tomilho melhorou os parâmetros da cor da carne e reduziu as perdas por gotejo (“drip loss”).

### **2.2.1. A cenoura**

A cenoura é uma planta herbácea bienal, cultivada como anual, que assume uma grande expressão na alimentação humana, já que é um dos vegetais mais produzidos a nível mundial. O seu consumo crescente deve-se em grande parte ao reconhecimento da cenoura como uma fonte importante de carotenóides, fibras dietéticas e propriedades antioxidantes (Krishan, Swati, Narayan & Surekha Attri, 2012). A raiz da cenoura pode apresentar formas, dimensões e cores variáveis, sendo a cor mais comum a alaranjada. Dependendo da variedade, as cenouras podem ser comercializadas em fresco ou processadas, isto é, pré-embaladas, cozidas, descascadas e enlatadas, congeladas ou cortadas em diversas formas (Bradeen & Simon, 2007).

A China, a Federação Russa e os EUA são os três maiores produtores de cenoura. Em relação à produção de cenoura, Portugal ocupa a 36<sup>a</sup> posição a nível mundial e a 13<sup>a</sup> a nível europeu. No ano de 2015 a produção de cenoura foi de 97.494 toneladas e a área cultivada foi de 2.158 hectares (INE, 2015).

A cenoura tem um valor nutritivo elevado. Fornece uma grande variedade de vitaminas como a vitamina C, D, E e K. É rica em minerais como o potássio, cálcio, ferro e magnésio. E tem teores reduzidos de gordura (Krishan et al, 2012).

O uso da cenoura pode muitas vezes ser associado a alimentação de animais, nomeadamente aos cavalos e coelhos, contudo essa utilização é ainda reduzida nos dias de hoje. As cenouras usadas para a alimentação animal derivam dos períodos de sobreprodução, e da rejeição ou

não aprovação da cenoura em relação às regras de comercialização impostas para os produtos hortícolas no que diz respeito aos calibres, formas e cor. De forma a haver um aproveitamento da cenoura de refugo, e devido ao seu elevado valor nutritivo e baixo custo, tornou-se interessante sua possível utilização na alimentação animal.

A cenoura para este fim é normalmente fornecida aos animais em fresco, e estão disponíveis inteiras ou cortadas, podendo posteriormente haver ou não uma lavagem (Morel d'Arleux, 1990). Além disso, as cenouras podem ainda ser fornecidas em seco, desidratadas, esta utilização é frequente na alimentação de cavalos e animais de estimação.

A raiz da cenoura é composta por cerca de 89% de água. No entanto, devido ao elevado teor em água das cenouras frescas, se os animais consumirem grandes quantidades deste produto podem vir a consumir menos matéria seca, o que resulta numa diminuição da ingestão de nutrientes e energia (Wolter, 1999). A cenoura contém cerca de 60% de açúcares na MS, na maioria sacarose, o que torna a cenoura altamente digestível e palatável (Alabran & Mabrouk, 1973). As cenouras podem também ser consideradas fontes de energia, devido ao seu elevado teor em hidratos de carbono. O seu teor proteico é baixo, varia entre 4 a 12% na matéria seca, e tem quantidades moderadas de fibra. Em relação à sua percentagem em minerais, esta pode ser superior a 10% (Wolter, 1999).

Como já foi referido anteriormente, a cenoura é importante a nível nutricional devido ao seu teor em fitoquímicos. Estudos *in vitro*, indicaram que os fitoquímicos como os carotenóides e compostos fenólicos podem desempenhar um papel significativo na protecção de sistemas biológicos dos efeitos do stress oxidativo (Kalt, 2005).

Os  $\beta$ -carotenos são os principais carotenóides presentes na cenoura. A sua principal função fisiológica é agir como precursor da vitamina A no organismo animal. As cenouras cruas têm cerca de 200 a 1000 mg/kg MS de  $\beta$ -carotenos (ANSES, 2008). Estes carotenóides são também conhecidos pela sua actividade antioxidante devido à sua estrutura química e interacção com as membranas biológicas. Os  $\beta$ -carotenos têm a capacidade de actuar por remoção de radicais, que são responsáveis pelos ataques aos ácidos gordos insaturados das membranas biológicas e pela peroxidação lipídica (Murthy, Vanitha, Rajesha, Swamy, Sowmya & Ravishankar, 2005).

A cenoura é também constituída por compostos fenólicos, maioritariamente por ácidos hidroxicinâmicos e os seus derivados. Entre eles, o principal é o ácido clorogénico, que representa cerca de 42,2 a 61,8 % do total de compostos fenólicos detectados nos tecidos da cenoura. Estes compostos são de grande interesse por duas razões: A primeira é que contribui para as propriedades organolépticas da cenoura, como por exemplo para a cor e aroma, a segunda é devido à sua actividade antioxidante, nomeadamente, a inactivação dos radicais

livres (Krishan et al., 2012).

A composição química da cenoura desidratada, expressa na MS, é de 9,3% de fibra, 11,1% de proteína, 39,6% de açúcares totais, 2,2% de gordura e 6,4% de minerais (AFZ, 2011).

Este ensaio que a seguir se apresenta tem como objectivo verificar a utilização da cenoura na alimentação dos coelhos, e a sua utilização como antioxidante natural na carne de coelho, no que diz respeito a sua conservação, devido ao seu teor em  $\beta$ -carotenos e compostos fenólicos.

## Capítulo II - Material e Métodos

### 1. Introdução

O ensaio experimental foi realizado nas instalações do Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas, do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa. Este estudo foi realizado com o objectivo de estudar o efeito da cenoura na qualidade da carne de coelho, mais especificamente, o efeito de diferentes níveis de inclusão de cenoura desidratada em regimes com 3 % de óleo de soja na conservação da carne de coelho.

### 2. Delineamento experimental

#### 2.1. Animais

Foram utilizados quarenta e oito coelhos desmamados às 5 semanas de idade para um ensaio experimental que teve a duração de 5 semanas. Os coelhos foram divididos em quatro grupos homogéneos em função do peso. Esta distribuição não teve em conta o sexo do animal. Os animais foram alimentados *ad libitum* com quatro dietas com quantidade crescentes de cenoura. Foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, equipadas com bebedouros automáticos. O peso corporal foi registado semanalmente e a quantidade de alimento ingerido por cada coelho foi registada 3 vezes por semana, com excepção da 4ª semana em que o registo foi diário. Com base nestes dados a ingestão diária de alimento, o ganho médio diário e a conversão alimentar foram calculados.

No fim do ensaio os coelhos foram abatidos, e procedeu-se a recolha de amostras.

#### 2.2. Regimes Alimentares

Foram formulados quatro regimes alimentares experimentais para estudar o efeito de diferentes níveis de inclusão de cenoura na produtividade dos coelhos e na conservação da carne de coelho. Um regime controlo (R1), sem inclusão de cenoura, um regime com 7,5% de cenoura (R2), um regime com 15% de cenoura (R3) e um regime com 22,5% de cenoura (R4). Todos os regimes tinham na sua composição 3% de óleo de soja.

Os regimes alimentares foram formulados com base nos resultados obtidos das análises realizadas às matérias-primas utilizadas. A cenoura utilizada nos regimes foi previamente cortada, e foi congelada de forma a ser desidratada no liofilizador e na estufa a 40 °C.

O fabrico dos regimes alimentares realizou-se nas instalações da Secção de Agricultura e Produção Animal do ISA. A preparação da elaboração dos regimes começou pela moenda das matérias-primas num moinho de martelos com crivo de 3,5 mm. De seguida, foram pesadas as

quantidades de matérias-primas e colocadas numa misturadora horizontal com fita em espiral. A mistura foi depois granulada. O diâmetro da granulação para o fabrico do regime foi de 5 mm. No final, o granulado foi posto a arrefecer, e armazenado em caixas de plásticos com a devida identificação.

A composição centesimal (Tabela 1), a composição química (Tabela 2) dos regimes alimentares, e a composição química da cenoura (Tabela 3) e da polpa de citrinos (Tabela 4) apresentam-se abaixo.

Tabela 1. Composição centesimal dos regimes alimentares experimentais, em %.

	<b>Regimes alimentares</b>			
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
<b>Trigo</b>	12,50	11,75	11,00	10,25
<b>Luzerna</b>	27,0	27,7	28,43	29,25
<b>Feno</b>	15,0	15,5	16,0	16,5
<b>Bagaço de Soja</b>	18,5	18,0	17,5	17,0
<b>Polpa de Citrinos</b>	22,5	15,0	7,5	0
<b>Cenoura</b>	0	7,5	15,0	22,5
<b>Óleo de Soja</b>	3	3	3	3
<b>Premix</b>	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>NaCl</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Fosfato Bicálcico</b>	0,7	0,75	0,74	0,67
<b>DL-Metionina</b>	0,10	0,10	0,11	0,13

Tabela 2. Composição química dos regimes alimentares experimentais, em % de MS.

<b>Composição química (% MS)</b>	<b>Regimes Alimentares</b>			
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>
<b>Inclusão de Cenoura</b>	<b>0%</b>	<b>7,5%</b>	<b>15%</b>	<b>22,5%</b>
<b>Matéria Seca (%)</b>	90,1	90,7	90,6	91,1
<b>Matéria Orgânica</b>	90,1	90,2	90,1	90,0
<b>Proteína Bruta</b>	17,4	17,1	17,0	17,3
<b>Gordura Bruta / EE</b>	5,2	5,3	5,1	4,9
<b>NDF</b>	37,1	37,5	38,9	37,8
<b>ADF</b>	19,4	19,3	20,2	19,9
<b>ADL</b>	2,9	2,9	3,0	3,3
<b>Hemicelulose (NDF-ADF)</b>	17,7	18,2	18,7	17,9
<b>Celulose (ADF-ADL)</b>	16,5	16,4	17,2	16,6
<b>Energia Bruta (kcal/kg MS)</b>	4553	4555	4536	4657

Tabela 3. Composição química da Cenoura, em % de MS.

	<b>MS</b>	<b>Cinza</b>	<b>PB</b>	<b>NDF</b>	<b>ADF</b>	<b>ADL</b>	<b>HEM</b>	<b>CEL</b>
<b>Cenoura</b>	90,7	7,5	7,8	10,9	7,9	4,1	3,0	3,8

Tabela 4. Composição química da Polpa de Citrinos, em % de MS.

	<b>MS</b>	<b>Cinza</b>	<b>PB</b>	<b>NDF</b>	<b>ADF</b>	<b>ADL</b>	<b>HEM</b>	<b>CEL</b>
<b>Polpa de Citrinos</b>	80,7	8,1	5,2	19,6	14,6	7,4	5,0	7,2

### 2.3. Colheitas

A recolha das fezes dos coelhos foi realizada na quarta semana do ensaio experimental, durante quatro dias consecutivos. Para o efeito foram colocados tabuleiros por baixo das gaiolas de cada coelho de forma a ser possível a recolha, as fezes foram armazenadas a -20 °C até posterior processamento.

Após o abate dos animais foi recolhido o conteúdo estomacal e o conteúdo cecal para a medição do pH. Registou-se também o peso da carcaça, o peso do aparelho digestivo cheio com o fígado, o peso do fígado e do ceco (cheio e vazio), e o peso da gordura escapular e renal.

## 3. Análises químicas

As análises realizadas às matérias-primas, aos regimes alimentares, às fezes e à carne dos coelhos foram executadas no Laboratório Professor Pais de Azevedo.

### 3.1. Preparação de amostras

Para a realização das análises foi necessária uma preparação prévia. As matérias-primas usadas para formular os regimes, bem como os regimes alimentares foram previamente moídos num moinho Retsch com um crivo de 1 mm. Para a análise das fezes dos animais foi necessário proceder à secagem numa estufa Memmert, a uma temperatura de 70°C, durante 48h e em seguida moê-las num moinho Retsch com o crivo de 1 mm.

### **3.2. Determinação da Matéria Seca e Cinza**

A Matéria Seca e a Cinza dos alimentos e fezes dos animais foram analisadas segundo a metodologia proposta por EGRAN (2001).

Para a determinação da matéria seca 2 g de amostra foram colocadas em estufa a 104<sup>0</sup>C para uma secagem até peso constante. Para a determinação da cinza, colocaram-se as amostras numa mufla a 550<sup>0</sup>C. Em ambos os casos as amostras permaneceram nos respectivos equipamentos durante o período da noite, após este período, as amostras foram colocadas a arrefecer num exsicador à temperatura ambiente, para depois se proceder à sua pesagem.

### **3.3. Determinação da Fibra**

O método de Van Soest et al. (1991) foi o procedimento utilizado para determinar os três resíduos de fibra, pela hidrólise sucessiva, na mesma amostra usando respectivamente: um detergente neutro (NDF), um detergente ácido (ADF) e, por último, uma hidrólise ácida (ADL).

Para a determinação da fibra em detergente neutro colocou-se 1 g de amostra nos cadinhos para uma extracção a quente, juntamente com 100 ml de solução detergente neutra, que permaneceu em ebulição lenta durante aproximadamente 1h. De seguida foi feita uma filtração com água destilada de modo a retirar a solução. A amostra foi colocada numa unidade de extracção a frio para uma lavagem com acetona. Por último, o cadinho foi colocado na estufa a 104<sup>0</sup>C durante a noite, realizando-se a pesagem posteriormente ao arrefecimento da amostra.

Para a determinação da fibra em detergente ácido, o NDF foi sujeito ao procedimento anterior, no entanto foi utilizada uma solução detergente ácida.

A lenhina em detergente ácido tem um procedimento diferente, juntou-se ácido sulfúrico (72%) ao cadinho com resíduo ADF em cada hora até completar 3h depois da adição inicial, e foi depois filtrado com água destilada quente. Colocou-se o cadinho na estufa a 104<sup>0</sup>C onde permaneceu durante a noite, pesou-se a amostra e de seguida colocou-se na mufla a 550<sup>0</sup>C durante o período da noite e por fim realizou-se a última pesagem.

### **3.4. Determinação da Proteína Bruta**

A proteína Bruta (PB) das amostras de alimentos e fezes foi determinada segundo o método de Kjeldahl. Para tal foi utilizado um equipamento com sistema Kjeltac semiautomático. A determinação da PB ocorreu em três fases. A primeira foi a digestão, colocou-se juntamente com 1g de amostra, 2 Kjeltab, e 15 ml de ácido sulfúrico, e de seguida colou-se na unidade de

destilação a 400 °C até a solução ficar límpida (60 min).

A segunda fase foi a destilação, o tubo de kjeldahl com a solução foi colocado na unidade de destilação que juntou água destilada e 50 ml de solução NaOH a 50%. A solução foi destilada, o destilado foi recolhido em ácido bórico a 1% com indicador, e por fim foi realizada uma titulação com solução HCl 0,1N.

### **3.5. Determinação da Gordura Bruta**

A determinação da gordura bruta dos alimentos e fezes foi feita através de duas etapas: Hidrólise e Extração.

A hidrólise foi realizada num sistema de hidrólise Soxtec, pesou-se previamente 3 g de amostra para um tubo, juntou-se celite e 100 ml de HCl 3M e deixou-se a ferver durante 60 min. De seguida procedeu-se à filtração automática. Os cadinhos filtrantes foram depois colocados a 60 °C durante a noite.

Na segunda etapa, a extração, colocou-se a amostra na unidade de extração de gordura a 110 °C, juntamente com copos de alumínio previamente pesados e com 40 ml de éter de petróleo. O cadinho contendo a amostra foi colocado no copo de alumínio onde ficou imergido durante 30 min, retirou-se depois durante 1h, de seguida recuperou-se o éter e fez-se a evaporação. O copo de alumínio foi retirado e colocado numa estufa a 60 °C durante o período da noite, e de seguida fez-se a respectiva pesagem.

### **3.6. Determinação da Energia Bruta**

A energia Bruta dos alimentos foi determinada utilizando uma bomba calorimétrica PARR 1261, que actua por combustão completa. A pastilha com a amostra foi queimada na bomba calorimétrica, e calculou-se os valores calóricos das amostras.

### **3.7. Determinação do pH**

O pH dos conteúdos estomacal e cecal dos animais foi medido no dia do abate com um potenciómetro Metrohm®744 pH Meter.

### **3.8. Determinação do índice de ácido tiobarbitúrico (TBA)**

A oxidação lipídica foi quantificada através do índice de TBA, expresso em miligramas de aldeído malónico por 100 g da amostra, pelo método espectrofotométrico. Quinze gramas de músculo picado da perne foram homogeneizados com 30 ml de solução de ácido

tricoloroacético, e extraído durante 2 minutos. O extracto foi depois filtrado de modo a obter-se uma solução límpida. Cinco ml do extracto e 5 ml da solução TBA foram colocados em banho de água fervente durante 40 minutos. Depois de arrefecido, o conteúdo de cada tubo foi transferido para as células do espectrofotómetro, onde se registou a leitura de absorvância a um comprimento de onda de 560 nm contra ensaio em branco (NP 3356, 2009). Esta determinação foi realizada 2 dias após o abate, e depois de 30 e 60 dias de armazenamento a -20 °C.

### **3.9. Retenção de água**

A análise à capacidade de retenção de água foi realizada às 48h depois do abate, e determinada segundo o método de pressão entre papel de filtro Whatman nº1 (dobrado em 2). A amostra de carne, 0,5 gramas, foi colocada com o papel de filtro entre duas placas de petri, sob um peso de 2,25 kg durante 5 min (Hamm, 1986).

### **3.10. Cor da carne**

A cor da carne foi determinada utilizando-se o sistema de coordenadas CIElab (1976). A cor foi medida com a ajuda de um colorímetro Minolta CR-300 (Konica Minolta, Japão), no músculo *Longissimus dorsi* de cada coelho, a medição realizou-se 4 dias após o abate e com 30 dias de conservação, a -20 °C.

O sistema CIElab consiste na componente Luminosidade ( $L^*$ ), que pode variar do preto (0) para o branco (100), e em duas componentes cromáticas, a variável  $a^*$  que vai desde o verde ( $-a^*$ ) ao vermelho ( $+a^*$ ) e a variável  $b^*$ , que varia do azul ( $-b^*$ ) para o amarelo ( $+b^*$ ). Foram realizadas 4 leituras em cada amostra.

## **4. Análise estatística**

A análise estatística dos resultados zootécnicos, resultados do abate, digestibilidade, retenção de água e composição química da carne foi efectuada através da análise de variância a 1 factor, enquanto a oxidação lipídica e a cor da carne foi através de variância a 2 factores com a aplicação do software SAS System for Linear Models.

## Capítulo III – Resultados e Discussão

### 1. Resultados Zootécnicos

Os efeitos da adição da cenoura na performance zootécnica dos coelhos obtidos no decorrer deste ensaio experimental correspondentes ao período de crescimento foram agrupados em 3 períodos, o 1º período (37-50 d), o 2º período (50-71 d) e o período total (37-71 d). Em cada período foram analisadas 3 variáveis, a quantidade ingerida (g/d), o ganho médio diário (g/d) e o índice de conversão alimentar (IC).

Tabela 5. Efeito dos regimes alimentares sobre os resultados zootécnicos dos coelhos.

	Regimes Alimentares				RMSE	Efeito estatístico
	R1	R2	R3	R4		
Peso inicial (g)	970	944,1	972,1	970,1	101,59	0,892
Peso 50 dias (g)	1722	1727,7	1692,9	1666,8	187,22	0,846
Peso final (g)	2683,6	2579,9	2686,3	2623,5	241,03	0,663
<b>1º Período (37-50 d)</b>						
Quantidade ingerida (g/d)	121,5	115,4	120,4	116,9	14,52	0,714
Ganho médio diário (g/d)	57,8	54,8	55,5	53,6	10,64	0,799
IC	2,14	2,15	2,20	2,22	0,28	0,878
<b>2º Período (50- 71 d)</b>						
Quantidade ingerida (g/d)	170,0	159,2	173,6	162,4	21,43	0,372
Ganho médio diário (g/d)	45,8	44,8	47,9	45,6	6,3	0,705
IC	3,73	3,59	3,66	3,58	0,416	0,805
<b>Período Total (37-71 d)</b>						
Quantidade ingerida (g/d)	151,5	141,2	152,2	145,0	17,73	0,380
Ganho médio diário (g/d)	50,4	48,1	50,4	48,6	5,79	0,684
IC	3,01	2,93	3,03	2,98	0,168	0,539

A selecção dos coelhos para cada regime alimentar foi feita de modo a que a distribuição dos pesos dos coelhos por regime fosse homogénea, pelo que os coelhos apresentavam um peso inicial médio de 963,9 g.

O crescimento dos coelhos foi elevado durante as primeiras duas semanas. Neste período o ganho médio diário, a quantidade ingerida e o índice de conversão foram, em média, de 55 g/dia, 118,5 g/dia e 2,18, respectivamente, não se registando diferenças significativas entre os regimes em estudo.

Durante o segundo período, em média, a quantidade ingerida (165,9 g/dia) e o índice de

conversão (3,64) aumentaram, enquanto o ganho médio diário diminuiu (45,9 g/dia), neste período também não se registaram diferenças significativas entre os regimes.

Durante o período total, o ganho médio diário foi em média de 49,4 g/dia. Segundo Gidenne, Lebas e Fortun-Lamothe (2010), o ganho médio diário dos coelhos da 5ª à 7ª semana é de 47,5 g/dia, enquanto da 7ª à 10ª semana é de 40 g/dia, pode concluir-se que o ganho médio diário nas nossas condições experimentais foi acima da média, o que traduz a aceitabilidade da cenoura na alimentação dos coelhos.

Os resultados obtidos mostraram que as variáveis de crescimento em estudo não foram afectadas pelo aumento da incorporação da cenoura nos regimes alimentares. Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Goby e Gidenne (2008) com um estudo em que incluíram 10%, 20% e 30% de cenoura, folhas e caule, desidratada.

## 2. Digestibilidade

Na Tabela 6 apresenta-se o efeito dos regimes alimentares experimentais na utilização digestiva das diferentes fracções analíticas determinadas.

Tabela 6. Efeito dos regimes alimentares sobre a utilização digestiva das diferentes fracções.

Coeficiente de utilização digestiva (CUD)	Regimes alimentares				RMSE	Efeito Estatístico
	R1	R2	R3	R4		
<b>Matéria Seca</b>	0,619	0,616	0,612	0,621	0,02	0,5627
<b>Matéria Orgânica</b>	0,624	0,624	0,619	0,628	0,02	0,6135
<b>Proteína Bruta</b>	0,749	0,754	0,744	0,760	0,02	0,2275
<b>Gordura Bruta</b>	0,801	0,778	0,759	0,807	0,06	0,1639
<b>NDF</b>	0,313	0,321	0,321	0,322	0,03	0,8725
<b>ADF</b>	0,191	0,187	0,191	0,211	0,04	0,4660
<b>ADL</b>	0,024 <sup>c</sup>	0,032 <sup>bc</sup>	0,069 <sup>b</sup>	0,136 <sup>a</sup>	0,05	<,0001
<b>Hemicelulose</b>	0,448	0,461	0,462	0,446	0,03	0,3268
<b>Celulose</b>	0,220	0,215	0,213	0,225	0,04	0,8666

Letras diferentes na mesma linha, diferenças significativas a  $P < 0,05$

Os resultados obtidos no presente ensaio mostraram que a inclusão da cenoura nos regimes alimentares experimentais não afectou a maioria dos resultados de digestibilidade. Entre as fracções analíticas apresentadas apenas se observaram diferenças significativas na digestibilidade do ADL.

Para as fracções analíticas MS e MO, a digestibilidade foi em média de 61,7% e 62,4%, respectivamente, e não foram observadas diferenças significativas entre os regimes experimentais.

Poderão não haver diferenças na digestibilidade da PB, uma vez que o teor de PB foi bastante semelhante em todos os regimes alimentares, cerca de 17,2% da MS, e cerca de 90% da proteína foi fornecida pelos mesmos alimentos. A média da digestibilidade da PB foi de 75,2%.

A digestibilidade da GB foi em média de 78,6%, e também não foi afectada significativamente, mais de 50% da gordura dos regimes alimentares provém da mesma origem, do óleo de soja.

No que diz respeito à digestibilidade das fracções analíticas referentes à fibra, apenas na digestibilidade do ADL se verificou diferenças significativas. A digestibilidade global do NDF e ADF foi em média de 31,9% e 19,5%, respectivamente.

A digestibilidade do ADL foi significativamente superior ( $P < 0,05$ ) nos regimes R4 (13,6%) e R3 (6,9%), enquanto a digestibilidade do ADL no regime controlo foi a mais baixa (2,40%). Por fim, também não se observaram diferenças significativas na digestibilidade da hemicelulose (45,4%) e da celulose (21,8%).

A incorporação de cenoura nos regimes foi realizada por substituição da polpa de citrinos de alta qualidade. Embora os hidratos de carbono presentes nestes dois alimentos não sejam idênticos, ambos apresentam um teor elevados de glúcidos de elevada digestibilidade, o que pode explicar o facto de não haver diferenças significativas na digestibilidade, assim como o facto do teor de fibra dos regimes alimentares se manter constante.

### **3. Resultados dos abates**

Durante o abate dos animais foi registado o peso das carcaças, os pesos de vários órgãos internos e também o pH do conteúdo estomacal e cecal dos coelhos de cada regime alimentar, e foram expressos tanto em valor absoluto (Tabela 7), como relativamente ao peso vivo (Tabela 8).

Tabela 7. Efeito dos regimes alimentares sobre os parâmetros determinados ao nível da carcaça e do aparelho digestivo do coelho, em g.

	Regimes Alimentares				RMSE	Efeito estatístico
	R1	R2	R3	R4		
<b>PV</b>	2683,1	2571,9	2630,7	2623,5	256,98	0,7704
<b>Peso da Carcaça</b>	1670,2	1541,8	1573,4	1581,8	181,48	0,3579
<b>Aparelho digestivo cheio com fígado</b>	601,9	598,4	607,3	591,0	60,76	0,9280
<b>Fígado</b>	122,4 <sup>a</sup>	104,8 <sup>b</sup>	100,5 <sup>b</sup>	96,0 <sup>b</sup>	19,47	0,0104
<b>Estômago cheio</b>	121,7	146,8	139,0	144,1	27,06	0,1172
<b>Estômago vazio</b>	29,1	28,1	28,1	30,0	3,06	0,3469
<b>Ceco cheio</b>	143,5	145,4	153,1	146,3	18,63	0,6151
<b>Ceco vazio</b>	32,9	30,3	33,0	35,4	4,54	0,0686
<b>Gordura escapular</b>	8,7	8,2	7,9	8,2	2,74	0,9324
<b>Gordura peri-renal</b>	28,7	30,5	28,9	25,4	11,22	0,7236
<b>pH ceco</b>	5,94	5,97	6,04	6,17	0,25	0,1263
<b>pH estômago</b>	1,29	1,27	1,37	1,34	0,33	0,8893

Letras diferentes na mesma linha, diferenças significativas a  $P < 0,05$

Tabela 8. Efeito dos regimes alimentares sobre os parâmetros ao nível da carcaça e do aparelho digestivo do coelho, em g/kg PV.

	Regimes Alimentares				RMSE	Efeito estatístico
	R1	R2	R3	R4		
<b>Rendimento de Carcaça (%)</b>	62,2 <sup>a</sup>	59,8 <sup>b</sup>	59,8 <sup>b</sup>	60,3 <sup>b</sup>	1,99	0,0128
<b>Aparelho digestivo cheio com fígado</b>	224,3	234,6	230,7	226,0	19,01	0,5481
<b>Fígado</b>	45,4 <sup>a</sup>	40,9 <sup>ab</sup>	37,7 <sup>b</sup>	36,4 <sup>b</sup>	5,59	0,0015
<b>Estômago cheio</b>	45,4 <sup>b</sup>	57,7 <sup>a</sup>	53,3 <sup>ab</sup>	54,9 <sup>a</sup>	9,65	0,0203
<b>Estômago vazio</b>	10,9	11,0	10,7	11,5	1,09	0,3841
<b>Ceco cheio</b>	53,6	57,2	58,5	56,4	8,38	0,5402
<b>Ceco vazio</b>	12,3	11,8	12,6	13,6	1,66	0,0734
<b>Gordura escapular</b>	3,3	3,1	3,0	3,1	0,93	0,9241
<b>Gordura peri-renal</b>	10,6	11,5	10,8	9,5	3,6	0,5919

Letras diferentes na mesma linha, diferenças significativas a  $P < 0,05$

Dos vários parâmetros registados nos quadros, pode observar-se diferenças significativas provocadas pela inclusão de cenoura nos pesos absolutos e relativos do fígado, no rendimento de carcaça e nos pesos relativos do estômago cheio. Em todos os outros parâmetros não são

foram registadas diferenças significativas entre os regimes em estudo.

Ao abate, os pesos vivos e os pesos da carcaça foram, em média, de 2627,3 g e 1591,8 g, respectivamente. Em ambos os casos, os pesos no regime controlo foram superiores aos regimes com inclusão de cenoura, no entanto essas diferenças não foram significativas.

Os pesos absolutos e relativos do aparelho digestivo cheio com o fígado foram, em média, de 599,7 g e de 228,9 g/kg PV, respectivamente, e não apresentaram diferenças significativas entre os quatro regimes experimentais.

Os pesos absolutos do fígado foram significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) no regime R1 (122,4 g) ao registado para todos os outros regimes experimentais. No entanto, entre os regimes com inclusão de cenoura não se verificam diferenças significativas. Já os pesos relativos do fígado foram significativamente inferiores ( $P < 0,05$ ) nos regimes R3 (37,7 g/kg PV) e R4 (36,4 g/kg PV), em relação ao regime controlo.

O fígado desempenha um papel importante no metabolismo da energia e nutrientes, e a quantidade e tipo de hidratos de carbono dos regimes alimentares reflecte-se na composição do fígado e no seu peso (Papadomichelakis, Zoidis & Fegero, 2012). Num estudo realizado por Papadomichelakis et al. (2012), sobre os efeitos de diferentes inclusões de polpa de beterraba, farelo de trigo e óleo de soja no peso do fígado, evidenciaram uma diminuição do peso absoluto e relativo do fígado com o aumento da fibra digestível e o aumento do teor de óleo de soja nos regimes. No nosso caso, uma explicação possível para a diminuição do peso do fígado é a substituição da polpa de citrinos pela cenoura, já que esta última tem uma natureza de hidratos de carbono diferente da polpa de citrinos.

Os pesos absolutos do estômago cheio foram, em média, 137,9 g, e não foram observadas diferenças significativas entre os regimes em estudo. Já para os pesos relativos do estômago cheio foram observados valores significativamente maiores nos regimes R2 (57,7 g/kg PV) e R4 (54,9 g/kg PV) que nos outros regimes. Estas diferenças devem-se provavelmente a uma maior ingestão de alimento antes do abate.

Os pesos absolutos e relativos do estômago vazio foram, em média, de 28,8 g e 11,0 g/kg PV, respectivamente, e não apresentaram diferenças significativas entre os regimes experimentais. Para o pH do estômago que foi, em média, de 1,32, também não se observaram diferenças significativas entre os quatro regimes em estudo. O pH do estômago do coelho pode variar entre 1 e 5, pelo que os nossos resultados estão de acordo com os valores esperados. O facto de a média estar entre 1 e 2,5 pode ser devido à ausência de fezes moles, isto é, os animais não estavam em cecotrofia (Carabaño, Piquer, Menoyo & Badiola, 2010).

Os pesos absolutos do ceco cheio e do ceco vazio foram, em média, de 147,1 g e de 32,9 g, respectivamente. Os pesos relativos do ceco cheio e do ceco vazio foram, em média, de 56,4

g/kg PV e 12,6 g/kg PV, respectivamente. Já o pH do ceco foi, em média, de 6,03. O pH do ceco dos coelhos varia entre 5,4 a 6,8 (Carabaño et al., 2010), pelo que os resultados obtidos estão de acordo com o esperado. Para estes parâmetros acerca do ceco também não se registaram diferenças significativas entre as dietas.

Os pesos absolutos e relativos da gordura escapular foram, em média, 8,27 g e 3,12 g/kg PV, respectivamente. E os pesos absolutos e relativos da gordura peri-renal foram, em média, de 28,4 g e 10,6 g/kg PV, respectivamente. Em nenhum dos parâmetros se registaram diferenças significativas.

O rendimento da carcaça foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) no regime controlo (62,2%) do que nos regimes com inclusão de cenoura. O rendimento de carcaça, entre os factores alimentares, apenas é afectado negativamente pelo aumento do nível de fibra ou pela inclusão de fontes de fibra digestível (Fernández & Fraga, 1996). Neste caso, o decréscimo de rendimento da carcaça pode dever-se a substituição da polpa de citrinos pela cenoura.

#### 4. Oxidação lipídica da carne

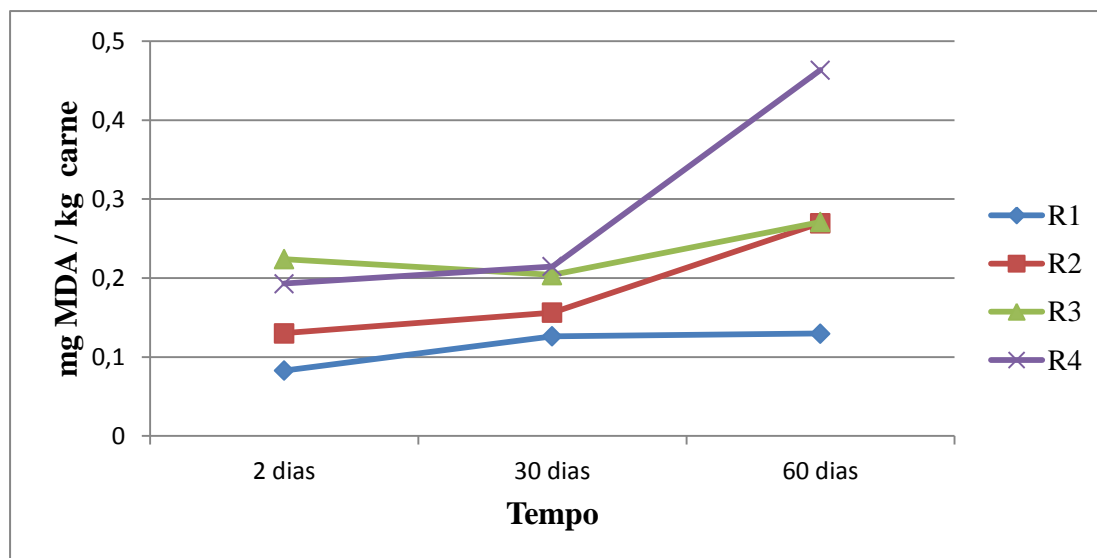
Na Tabela 9 e na Figura 1 estão apresentados os resultados obtidos da análise à oxidação lipídica da carne de coelho, em função dos regimes alimentares e em função do tempo de armazenamento.

Tabela 9. Efeito dos regimes alimentares e do tempo de armazenamento sobre a oxidação lipídica da carne de coelho, mg MDA/ kg de carne.

	Regimes alimentares			
	R1	R2	R3	R4
<b>2 dias</b>	0,0829 <sup>bA</sup>	0,1302 <sup>abB</sup>	0,2240 <sup>aA</sup>	0,1930 <sup>aB</sup>
<b>30 dias</b>	0,1263 <sup>aA</sup>	0,1563 <sup>aB</sup>	0,2039 <sup>aA</sup>	0,2147 <sup>aB</sup>
<b>60 dias</b>	0,1297 <sup>cA</sup>	0,2697 <sup>bA</sup>	0,2710 <sup>bA</sup>	0,4635 <sup>aA</sup>
<b>Regime</b>	<0,0001			
<b>Tempo</b>	<0,0001			
<b>RegimexTempo</b>	0,0118			

Letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferenças significativas a  $P < 0,05$ ; Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, diferenças significativas a  $P < 0,05$ .

Figura 1. Efeito dos regimes alimentares e do tempo de armazenamento sobre a oxidação lipídica da carne de coelho.



A carne da coxa de coelhos alimentados com regimes com incorporação de cenoura apresenta valores mais elevados de TBA em relação ao regime controlo. Na coxa congelada observaram-se efeitos dos regimes alimentares ( $P < 0,0001$ ), do tempo de armazenamento ( $P < 0,0001$ ) e da interacção do regime com o tempo ( $P = 0,0118$ ).

Ao 2º dia após o abate, a oxidação lipídica foi 2,7 vezes mais elevada ( $P < 0,05$ ) no regime R3 do que o regime controlo R1.

Aos 30 dias de armazenamento, a oxidação lipídica foi 1,7 vezes superior para o regime R4 em relação ao regime controlo. No entanto esta diferença não foi significativa.

Ao fim de 60 dias de armazenamento da carne observaram-se diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ) nos regimes com inclusão de cenoura. O valor de TBA no regime R4 foi cerca de 5,6 vezes superior à primeira determinação do regime controlo, enquanto para o regime R1 o valor aumentou apenas 1,56.

Como esperado, os valores de TBA aumentaram durante o período de armazenamento da carne em todos os regimes alimentares, no presente ensaio os valores encontram-se muito abaixo do limiar de detecção sensorial de produtos rançosos, que é de 2 mg de aldeído malónico por kg de carne. Contudo, durante a conservação da carne era expectável que o regime controlo registasse os valores de TBA superiores em relação os regimes com incorporação de cenoura. Isto porque o regime controlo não inclui qualquer antioxidante, e esperava-se que a cenoura actua-se como antioxidante natural na carne de coelho, devido ao

seu teor em  $\beta$ -carotenos e compostos fenólicos. Porém os resultados evidenciaram o oposto. Neste ensaio, os processos de desidratação da cenoura podem ter tido um efeito sobre a actividade antioxidante, levando à degradação dos carotenóides. Desobry, Netto e Labuza (1998) observaram que a secagem da cenoura entre 60 a 70°C, reduziu o teor de  $\beta$ -carotenos para 28% da quantidade original, também na liofilização foram observadas perdas na ordem dos 55%. É possível também que a polpa de citrinos contenha alguns compostos bioactivos que tenham capacidades antioxidantes. De acordo com alguns autores a polpa de citrinos é uma fonte de flavonóides, que têm também uma acção antioxidante (Bampidis & Robinson, 2006; Oluremi, Ngi & Andrew, 2007).

## 5. Retenção de água

A retenção de água na carne de coelho foi medida 2 dias após o abate, numa amostra de carne da coxa de coelho. Os resultados obtidos das análises à retenção de água na carne estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Efeito dos regimes alimentares em sobre a retenção de água na carne de coelho após o abate, em %.

Retenção de água	Regimes alimentares				RMSE	Efeito estatístico
	R1	R2	R3	R4		
2 dias	32,9 <sup>a</sup>	32,0 <sup>a</sup>	29,6 <sup>b</sup>	31,6 <sup>ab</sup>	3,68	0,0165

Letras diferentes na mesma linha, diferenças significativas a  $P < 0,05$

Em relação ao regime controlo, apenas houve efeitos significativos ( $P < 0,05$ ) no regime R3, que 2 dias após o abate registou o valor mais baixo de retenção de água (29,6%), enquanto o regime controlo, R1, registou o valor mais alto (32,9%). A suculência da carne de coelho diminuiu com a incorporação de cenoura nos regimes alimentares, embora seja uma diferença significativa estatisticamente, pode não ter influência na percepção do consumidor.

## 6. Composição química da carne

Na Tabela 11 apresentam-se os resultados obtidos da análise à composição química da carne de coelho.

Tabela 11. Composição química (%) da carne de coelho.

	Regimes Alimentares				RMSE	Efeito estatístico
	R1	R2	R3	R4		
<b>Matéria Seca</b>	25,9 <sup>a</sup>	25,6 <sup>a</sup>	25,4 <sup>ab</sup>	25,1 <sup>b</sup>	0,90	0,0240
<b>Proteína Bruta</b>	19,9	19,8	19,7	19,6	0,59	0,1506

Letras diferentes na mesma linha, diferenças significativas a  $P < 0,05$

A adição de cenoura nos regimes alimentares mostrou efeitos significativos na composição química da carne de coelho, nomeadamente na matéria seca.

Na matéria seca, observaram-se diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) no regime R4, que registou o valor mais baixo de matéria seca (25,1%). De um modo geral, a inclusão de cenoura levou a um decréscimo do teor de MS na carne. A média do teor de MS no presente ensaio foi de 25,5%, este valor foi semelhante ao registado por Cauquil *et al.* (2001), que foi em média de 25,7%.

Por fim, na proteína bruta, em relação ao regime controlo R1, não se verificaram diferenças significativas, embora os coelhos do regime R4 apresentem um teor de proteína bruta mais baixo (19,6%). O teor de proteína da carne determinado no presente ensaio foi em média de 19,8%. Este valor está dentro dos limites de 18,1 e 23,7% referidos por Salvini *et al.* (1998) para o teor proteico da carne de coelho.

## 7. Cor da carne

A análise à cor da carne foi realizada na carne do músculo *Longissimus dorsi* do coelho, e foi medida 4 dias após o abate e com 30 dias de congelação. Os resultados obtidos na medição da cor da carne são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Resultados da medição da cor da carne de coelhos submetidos a diferentes níveis de inclusão de cenoura.

Cor	Regimes alimentares								Regime	Tempo	RegimexTempo
	R1		R2		R3		R4				
	4d	30d	4d	30d	4d	30d	4d	30d			
<b>L*</b>	52,1 <sup>a</sup>	54,6 <sup>c</sup>	52,2 <sup>a</sup>	53,4 <sup>d</sup>	51,9 <sup>a</sup>	53,2 <sup>d</sup>	51,2 <sup>b</sup>	53,5 <sup>d</sup>	0,0005	<0,0001	0,0152
<b>a*</b>	3,50 <sup>b</sup>	5,58 <sup>c</sup>	3,29 <sup>b</sup>	5,30 <sup>cd</sup>	3,50 <sup>b</sup>	5,19 <sup>d</sup>	4,17 <sup>a</sup>	5,05 <sup>d</sup>	0,0256	<0,0001	<0,0001
<b>b*</b>	-1,04 <sup>c</sup>	1,50 <sup>d</sup>	-0,59 <sup>b</sup>	1,24 <sup>de</sup>	-0,67 <sup>bc</sup>	0,99 <sup>e</sup>	-0,06 <sup>a</sup>	0,34 <sup>f</sup>	0,6945	<0,0001	<0,0001

Letras diferentes na mesma linha, diferenças significativas a  $P < 0,05$

Ao analisar os parâmetros da cor da carne foram observadas diferenças significativas entre os regimes alimentares em estudos, entre o período de armazenamento e também na interação regime\*tempo para todos os parâmetros.

A cor da carne do músculo LD foi afectada pelo tempo de armazenamento com um aumento dos valores de L\*, a\* e b\*, o que está de acordo com resultados publicados anteriormente por outros autores (Cabanes-Roiron, Ouhayoun & Gilbert, 1994; Dal Bosco et al., 2014).

No valor L\* da cor do músculo LD de coelho observou-se um efeito dos regimes em estudo (P=0,0005), um efeito do tempo de armazenamento (P <0,0001) e também um efeito do regime alimentar com o tempo (P=0,0152). Quatro dias após o abate o valor L\* foi menor no regime R4 (51,18), e maior no regime R2 (52,21). Com 30 dias de armazenamento foi maior no regime controlo (54,55) e menor no regime R3 (53,22).

As mudanças nos valores de a\* e b\* da cor dependem da alteração da estrutura das proteínas, como a mioglobina que é uma proteína que desnatura durante a congelação e descongelação da carne, levando a uma perda da estabilidade da cor (Dal Bosco, Castellini & Mugnai, 2002). Para o valor de a\*, observou-se que ao 4º dia foi maior no regime R4 (4,17) e menor no regime R2 (3,29), em relação ao regime controlo apenas o regime R4 apresenta diferenças significativas (P <0,0001). Aos 30 dias de conservação, o valor de a\* no regime R1 (5,58) foi superior aos restantes regimes experimentais com inclusão de cenoura, sendo que nestes foram observados valores mais baixos de a\*. Segundo Nerín, Tovar, Djenane, Camo, Salafranca, Solumya e Ravishankar (2006) com o aumento do tempo de armazenamento, os valores de a\* deviam decrescer significativamente, devido à produção de metamioglobina pela oxidação de mioglobina, a metamioglobina é responsável pela cor acastanhada da carne. Pelo contrário, neste estudo, após um mês de congelação verificou-se um aumento dos valores de a\*, isto é, um aumento da intensidade da cor vermelha da carne. Uma explicação possível para o aumento desses valores, é a possível actividade antioxidante tanto da cenoura como da polpa de citrinos, sendo que esta última parece ser mais eficaz como se pode comprovar pelos resultados da oxidação lipídica da carne.

Já o valor de b\* não registou efeito dos regimes em estudo, mas observou-se um efeito do tempo de armazenamento (P <0,0001) e um efeito da interação do regime com o tempo (P <0,0001). Ao fim de um mês de armazenamento o valor b\* mais elevado verificou-se para o regime controlo (1,50).

De acordo com Hernández & Dalle Zotte (2010), para o músculo Longissimus dorsi do coelho, as médias esperadas das variáveis L\*, a\* e b\*, são as seguintes, para L\* entre 56 a 60,

para  $a^*$  entre 2,6 e 3,4 e para  $b^*$  entre 4,0 e 5,0.

Em comparação com os valores obtidos neste ensaio, observa-se que estes não coincidem com as médias esperadas. No presente ensaio, a média obtida para as variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , foi de 52,7, 4,45 e de 0,22, respectivamente.

## **Capítulo IV – Conclusão**

Nas nossas condições experimentais pode-se concluir que a cenoura pode ser utilizada como alimento alternativo na alimentação animal, uma vez que, não afectou o crescimento do coelho, não teve um efeito sobre os resultados globais do abate nem sobre a utilização digestiva dos alimentos.

A adição de cenoura no regime alimentar do coelho relativamente à polpa de citrinos teve um efeito negativo no que se refere a susceptibilidade da carne à oxidação.

Seria interessante um estudo dos efeitos dos compostos bioactivos presentes na cenoura e na polpa de citrinos na conservação da carne de coelho.

## Bibliografia

- AFZ (2011). io - La Banque de données de l'Alimentation Animale / French feed database. Association Française de Zootechnie.
- Alabran, D. M & Mabrouk, A. M., (1973). Carrot flavor. Sugars and free nitrogenous compounds in fresh carrots. *J. Agric. Food Chem.*, 21 (2), 205-208.
- Bampidis, V.A. & Robinson, P.H. (2006). Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 128, 175-217.
- Botsoglou, N.A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Giannenas, I., & Spais, A.B. (2004). Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. *Archives of Animal Nutrition*, 58, 209-218.
- Bradeen, J. M., Simon, P. W., (2007). Carrot. In: *Vegetables (Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants)*, Ed. Chittaranjan Kole, Springer
- Campo, M.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D., & Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72, 303–311.
- Campos, L.S., (2009). Entender a bioquímica: Lípidos. (5ª Edição). Portugal: Escolar Editora.
- Cabanes-Roiron A., Ouhayoun J. & Gilbert S. (1994). Qualité de la viande de lapin. 6èmes Journées de la Recherche Cunicole on France, 2, 393.
- Cauquil, L., Combes, S., Jehl, N., Darce, B. & Lebas, F. (2001). Caractérisation physico-chimique et rhéologique de la viande de lapin. Application à la comparaison de lapins Label et Standard. 9ème Journées de la Recherche Cunicole, 11-14.
- Chaijan, M. (2008). Review: Lipid and myoglobin oxidations in muscle foods. *Songklanakarin Journal of science and technology*, 30 (1), 47-53.
- Cheong, F.H., Kim, F.Y., Sok, D., Hwang, S., Kim, J.H., Kim, H., Lee, J.H., Kim, Y., & Kim, M. (2010). Spirulina prevents atherosclerosis by reducing hypercholesterolemia in rabbits fed a high-cholesterol diet. *Journal of Nutrition Science and Vitaminology*, 56, 34-40.
- CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). 1976. Definition d'un espace de couleur par deux cordons de chromatocité et la luminosité. Suppl. 2 to CIE, publication 15 (E-1.3.1) 1971/(TC-1-3). Centre Internationale de l'Eclairage, Paris, France.
- Corino, C., Pastorelli, G., Pantaleo, L., Oriani, G. & Salvatori, G. (1999). Improvement of color and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with vitamin E, *Meat Science*, 52, 285-289.
- Dabés, A.C. (2001). Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne*, 25 (288), 32-40.
- Dal Bosco, A. & Castellini, C. (1998). Effet de l'addition de vitamin E dans l'aliment e des conditions de conservation des carcasses sur les caractéristiques physico-chimiques de la viande chez le lapin. Proc. 7ème Journées de la Recherche Cunicole, Lione, France, pp. 111-114.

- Dal Bosco A., Castellini C., Mugnai C. (2002). Rearing rabbits on a wire net floor or straw litter: behaviour, growth and meat qualitative traits. *Livestock Production Science*, 75, 149-156.
- Dal Bosco, A., Gerencsér, Zs., Szendrő, Zs., Mugnai, C., Cullere, M., Kovács, M., Ruggeri, S., Mattioli, S., Castellini, C. & Dalle Zotte, A. (2014). Effect of dietary supplementation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on rabbit meat appearance, oxidative stability and fatty acid profile during retail display. *Meat Science*, 96, 114-119.
- Dalle Zotte, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75, 11-32.
- Dalle Zotte, A. (2004). Avantage diététiques. Le lapin doit apprivoiser le consommateur. *Viandes Produits Carnés* 23, 1-7.
- Dalle Zotte, A., & Cosse, M.E. (2009). Dietary inclusion of tannin extract from red quebracho trees (*Schinopsis* spp.) in rabbit meat production. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 784-786.
- Dalle Zotte, A., Szendrő, Z. (2011). The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, 88, 319-331
- Desobry, S.A., Netto, F.M. & Labuza, T.P. (1998). Preservation of  $\beta$ -carotene from Carrots. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 381-396.
- European Group on Rabbit Nutrition (2001). Technical Note: Attempts to harmonize chemical analysis of feeds and faeces, for rabbit fed evaluation. *World Rabbit Science*, vol. 9(2), 57-64.
- Falcão e Cunha L., Freire J.P., Gonzalves A. (1996). Effect of fat level and fiber nature on performances, digestibility, nitrogen balance and digestive organs in growing rabbits. In: *Proceedings 6<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Toulouse*. Vol 1, 157-162.
- Falcão e Cunha, L., Jorge J., Freire J.P., Perez H. (2000). Fat addition to feeds for growing rabbits, differing in fiber level and nature: Effects on growth rate, digestibility and caecal fermentation patterns. In: *Proceedings of 7<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Valencia, Spain, C*, pp.191-197.
- Falcão e Cunha, L., Peres, H., Freire, J.P.B. and Castro-Solla, L. (2004). Effect of alfafa, wheat bran or beet pulp, with or without sunflower oil, on caecal fermentation and on digestibility in the rabbit. *Animal Feed and Technology*, 117, 131-149.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V. (2014). Natural Antioxidant against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171-181.
- Fernández, C. & Fraga, M.J. (1996). The Effect of Dietary Fat Inclusion on Growth, Carcass Characteristics, and Chemical Composition of Rabbits. *Journal of Animal Science*, 74, 2088-2094.
- Fernández C., Cobos A., Fraga M.J. (1994). The effect of fat inclusion on diet digestibility in growing rabbits. *Journal of Animal Science* 56, 1097-1104.
- Fernández-Carmona J., Pascual J.J., Cervera C. (2000). The use of fat in rabbit diets. In: *Proceedings of 7<sup>th</sup> World Rabbit Congress*. Valencia, Spain. Volume C, pp 29-59.

- Fernández-Ginés, J.M., Frenández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2005). Meat Products as functional foods: A review. *Journal of Food Science*, 70, 37-43.
- Gai, F., Gasco, L., Liu, H.W., Lussiana, C., Brugiapaglia, A., & Masoero, G., (2009). Effect of diet Chestnut tannin supplementation on meat quality, fatty acid profile and lipid stability in broiler rabbits. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 787-789.
- Gidenne, T., Lebas, F. & Fortun-Lamothe, L. (2010). Feeding Behavior of Rabbits. In: De Blas, C. and J. Wiseman (Eds), *Nutrition of the Rabbit*. (2nd ed.). (pp.233-252). London: CAB International.
- Goby, J.P. & Gidenne, T. (2008). Nutritive value of carrot (Whole plant), dried at low temperature, for the growing rabbit. In: *Proceedings of the 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, Verona, Italy, pp. 677-682.
- Halliwell, B. (2001). Free radicals and other reactive species in disease. In: *Encyclopedia of LifeSciences*. Nature Publishing Group.
- Halpern, M. J. (1997). *Bioquímica*. Edição revista. Lisboa: LIDEL, pp 447-519.
- Hamm, R. (1986). Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In "Muscle as Food" (Bechtel P-J., ed.). Accademic Press, London.
- Hernández, P. (2008) Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. In: *Proceedings of the 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, Verona, Italy, pp. 1287-1299.
- Hernández P. & Dalle Zotte A., (2010). Influence of diet on Rabbit Meat Quality. In: De Blas, C. and J. Wiseman (Eds), *Nutrition of the Rabbit*. (2nd ed.). (pp.163-178). London: CAB International.
- Hulot, F. & Ouhayoun, J. (1999) Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *World Rabbit Science* 7, 15-36.
- Kalt, W (2005). Effects of production and processing factor on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70, 11–19.
- Krishan, D.T., Swati, K., Narayan, S.T., Surekha Attri, (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review. *J Food Sci Technol*, 49, 22–32.
- Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R. & Rochambeau, H. (2001). *O Coelho: Criação e Patologia*. (2ª Edição). Coleção EuroAgro. Publicações Europa-América.
- Lopez-Bote, C., Sanz Arias, R., Rey, A., Castaño, A., & Thos, J., (1998). Lower lipid oxidation in the muscle of rabbits fed diets containing oats. *Anim. Feed Sci. Technol*, 70, 1–9.
- Martens, L. (1998). Fat in rabbit nutrition: a review. *World Rabbit Science*, 6, 341-348.
- Maertens, L., Aerts, J.M. & De Brabander, D.L. (2005). Effet d'un alimente riche en acides gras omega-3 sur les performances et la composition du lait des lapines et la viabilité de leur descendance. In: *Proceedings of the 11<sup>èmes</sup> Journées de la Recherche Cunicole*. INRA-ITAVI, Paris, France, pp. 205-208.

- Maertens L., Huyghebaert G. De Groote G. (1986). Digestibility and digestible energy content of various fats for growing rabbits. *Cuni Sciences*, 3, 7-14.
- Meineri, G., Cornale, P., Tassone, S., & Peiretti, P.G. (2010). Effect of chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplementation on rabbit meat quality, oxidative stability and sensory traits. *Italian Journal of Animal Science*, 9, 45-49.
- Morel d'Arleux, F., (1990). Lessous-produits en alimentation animale. *Réseau national Expérimentation Démonstration* (RNED), ITEB
- Murthy, K. N. C., Vanitha, A., Rajesha, J., Swamy, M. M., Sowmya, P. R., Ravishankar, A., (2005). In vivo antioxidant activity of carotenoids from *Dunaliella salina* – a green microalga. *Life Sciences*, 76, 1381-1390.
- Nerín, C., Tovar, L., Djenane, D., Camo, J., Salafranca, J., Beltran, J. A., et al. (2006). Stabilization of beef meat by a new active packaging containing natural antioxidants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54, 7840–7846.
- Norma Portuguesa NP 3356 (2009). Produtos da pesca e da aquicultura. Determinação do índice de ácido tiobarbitúrico (TBA). Método espectrofotométrico. Lisboa.
- Oliver, M.A., Gerrero, L., Diaz, I., Gispert, M., Pla, M., & Blasco, A., (1997). The effect of fat-enriched diets on the perineal fat quality and sensory characteristics of meat from rabbits. *Meat Science*, 47, 95-103.
- Oluremi, O.I.A., Ngi, J. & Andrew, I.A. (2007). Phytonutrients in citrus fruit peel meal and nutritional implication for livestock production. *Livestock Research for Rural Development*, 19.
- Papadomichelakis, G., Zoidis E. & Fegero, K. (2012). Dietarily induced changes in liver composition and weight of fattening rabbits. *Livestock Science*, 144, 190-196.
- Pascual J.J., Cervera C., Blas E. & Fernández-Carmona J. (1998<sup>a</sup>). Effect of high fat diets on the performance and food intake of primiparous and multiparous rabbit does. *Animal Science*, 66, 491-499.
- Pla M. & Cervera C., (1997). Carcass and meat quality of rabbits given diets having high level of vegetal or animal fat. *Animal science*, 65, 299-303.
- Perez J.M., Fortun-Lamothe L. & Lebas F. (1996). Comparative digestibility of nutrients in growing rabbits and breeding does. In: *Proceedings 6<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, Toulouse. Vol 1, 267-270.
- Pestana C.M.P. (2007). Conservação de filetes de sardinha, *Sardina pilchardus*, sujeitos a estabilização com gás solúvel (SGS), embalados em ar, vácuo e atmosfera modificada. Dissertação de Mestrado em Controlo da qualidade e toxicologia dos alimentos. Lisboa: Faculdade de Farmácia – Universidade de Lisboa.
- Raimondi, R., Auxilia, M.T., Masoero, G. & De Maria, C., (1975a). Effetto della grassatura dei mangimi sulla produzione della carne di coniglio. 2 Risultati delle prove di cottura e di assaggio delle carni. *Ann. Ist. Sperim. Zootec*, 8, 89-99.
- Rota, M.C., Herrera, A., Martínez, R.M., Sotomayor, J.A., & Jordán, M.J. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis*, and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control*, 19, 681-687.

- Salvini, S., Parpinel, M., Gnagnarella, P., Maisonneuve, P., Turrini, A. 1998. Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Ed. Istituto Superiore di Oncologia
- Sanders, T.A.B. (1988). Essential and trans-fatty acids in nutrition. *Nutrition Research Reviews*, 1, 57-78.
- Santomá G., de Blas J.C., Carabaño R. & Fraga M.J. (1987). The effect of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. *Animal Production*, 45, 291-300.
- Soultos, N., Tzikas, Z., Christaki, E., Papageorgiou, K., & Steris, V. (2009). The effect of dietary oregano essential oil on microbial growth of rabbit carcasses during refrigerated storage. *Meat Science*, 81, 474-478.
- Trout G.R. (2003). Biochemistry of lipid and myoglobin oxidation in *post mortem* muscle and processed meat products - effects on rancidity. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, 6, 50-55.
- Wolter, R., (1999). Alimentation du cheval. *Editions France Agricole*, 2e edition.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. & Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D. & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583- 3597.
- Xiccato G. (1996). Nutrition of lactating does. In: Lebas, F. Proceeding of the 6<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Toulouse, Vol.1. Association Française de Cuniculture, Lempdes, France, pp. 29-50.
- Xiccato G. (1998). Fat digestion. In: The nutrition of the rabbit. J.C. de Blas and J.Wiseman (eds), CABI International, Wallingford, UK, 55-67.
- Xiccato G. (1999). Feeding and meat quality in rabbits: a review. *World Rabbit Sci.*, 7, 75-86.
- Xiccato, G. (2010). Fat Digestion. In De Blas, C. and J. Wiseman (Eds), *Nutrition of the Rabbit*. (2nd ed.). (pp.56-65). London: CAB International.
- Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Carazzolo A. & Cosse M.E. (1995). Effect of dietary level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Animal Science*, 61, 387-389.
- Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E.J. & Ahn, D.U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86, 15-31.
- Zsédely, E., Tóth, T., Eiben, Cs., Virág, Gy., Fàbiàn, I., & Schmidt, I. (2008). Effect of dietary vegetable oil (sunflower, linseed) and vitamin E supplementation on the fatty acid composition, oxidative stability and quality of rabbit meat. Proceedings 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Verona, Italy (pp.1473-1477).