



INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
Escola Superior Agrária de Santarém
Curso de Licenciatura em Zootecnia



**Utilização de dietas ricas em forragens biodiversas na engorda
de novilhos – efeitos no crescimento e na qualidade dos
produtos**

José Leandro Regedor da Silva

Santarém

2021

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DE SANTARÉM

Curso de Licenciatura em Zootecnia

**Utilização de dietas ricas em forragens biodiversas na engorda
de novilhos – efeitos no crescimento e na qualidade dos
produtos**

Trabalho com vista à obtenção do
grau de licenciado em Zootecnia

José Leandro Regedor da Silva

N.º 180300189

Orientador interno: Professor Doutor Paulo Pardal

Orientadora externa: Doutora Alexandra Francisco

Santarém

2021

Agradecimentos

À Escola Superior Agrária de Santarém, por me ter recebido durante estes anos.

Ao Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), que permitiu a realização do estágio.

Ao meu orientador interno, o Professor Doutor Paulo Pardal, pelo apoio prestado ao longo do curso, do estágio e pela ajuda no trabalho final de curso.

À professora Elisabete Palma, pelo apoio prestado ao longo das cadeiras e no trabalho de projeto de estágio.

À Doutora Paula Portugal, pela ajuda, quer nas tarefas laboratoriais, quer nas tarefas de campo, pelos ensinamentos e amizade.

À minha orientadora externa, a Doutora Alexandra Francisco e ao Doutor José Santos Silva, por me terem ajudado, pela paciência, pelos ensinamentos, pelo interesse nesta área tão cativante e tão importante. Por tão bem me terem recebido e acompanhado ao longo deste tempo, pelo carinho e amizade.

A todas as pessoas que não foram nominalmente mencionadas, mas de alguma forma contribuíram para viabilizar este trabalho.

À minha namorada, pela força, pela paciência, pelo apoio e pelo amor demonstrado ao longo deste caminho percorrido.

Aos meus pais e à minha irmã, por me terem tornado o que sou hoje, pela força, pela paciência, pelo apoio, pelo amor e pelos princípios e valores que me ensinaram dignamente.

Resumo

Durante o seu crescimento e engorda, os novilhos são normalmente alimentados com dietas contendo uma forte incorporação de concentrados compostos à base de cereais e suplementadas com forragens (feno e/ou silagem). Os animais são depois abatidos, e dependendo da idade de abate, podem originar dois produtos: carne de vitelão, proveniente de animais cuja idade de abate é inferior a 12 meses, e a carne de novilho, proveniente de animais abatidos entre os 12 e os 24 meses. A substituição das dietas convencionais por dietas formuladas com concentrados com baixa incorporação de amido e com uma alta incorporação de forragens com alto valor nutricional, poderá ser uma estratégia útil para reduzir a quantidade de cereais e de fontes proteicas, na formulação dos concentrados para crescimento e engorda de bovinos de carne e, por essa via, reduzir também os custos com a alimentação dos animais nestas fases. Este estudo teve como objetivos avaliar o efeito da redução do amido e da inclusão de fenosilagens biodiversas de alto valor alimentar na dieta de novilhos em crescimento, no desempenho produtivo dos animais e na qualidade do produto obtido (carcaças e carne produzidas). Foram testadas 4 dietas (60C, 60S, 60SG e 75SG), nas quais uma fenosilagem constituída por uma mistura de espécies de leguminosas e de gramíneas foi incorporada em 60 ou 75% da matéria seca (MS) da dieta; os cereais do concentrado foram parcialmente substituídos por uma mistura de subprodutos da agro-indústria e foi ainda considerada a inclusão de sementes de girassol em duas das dietas (60SG e 75SG). Para avaliar o desempenho produtivo dos novilhos, foram determinados o consumo diário de alimento, o ganho médio diário de peso (GMD), o índice de conversão (IC), e o peso de abate. Para avaliar a qualidade das carcaças foram considerados o peso, o rendimento e a classificação, segundo o Sistema Europeu de Classificação de Carcaças (SEUROP). Para avaliar a qualidade da carne foram analisados diversos parâmetros físicos relacionados com as suas características organoléticas, como a cor, pH, força de corte (~~tenura~~), perdas de água por cozedura e teor de gordura intramuscular. O trabalho foi realizado no Pólo de Santarém do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV – Fonte Boa), situado na Quinta da Fonte Boa, Vale de Santarém, de 12 de abril a 18 de junho de 2021.

Palavras-chave: Bovinos, carne, fenoilagem, subprodutos agroindustriais, qualidade da carne, crescimento.

Abstract

During their growth and fattening, young bulls are normally fed diets containing a high incorporation of cereal-based compound concentrates and supplemented with forage (hay and/or haylage). The animals are then slaughtered, and depending on the slaughter age, they can produce two products: “Vitelão” meat, from animals whose slaughter age is less than 12 months, and “Novilho” meat, from animals slaughtered between 12 and 24 months. The replacement of conventional diets by others formulated with concentrates with low starch and with a high incorporation of forages of high nutritional value, may be a useful strategy to reduce the amount of cereals and protein meals, in the formulation of concentrates for growth and fattening of beef and, therefore, the costs of feeding the animals at these stages. This study aimed to evaluate the effect of starch reduction and the inclusion of biodiverse haylages of high nutritional value in the diet of growing young-bulls, on the productive performance of the animals and on the quality of the product obtained (carcasses and meat). Four diets (60C, 60S, 60SG and 75SG) were tested, in which a haylage from a biodiverse mixture of leguminous and grass species was incorporated in 60 or 75% of the dry matter, the concentrate cereals were partially replaced by a mixture of agro-industrial by-products and the inclusion of sunflower seeds in two of the diets was also considered (60SG and 75SG). To evaluate the productive performance of the young-bulls, the daily feed intake, the average daily weight gain, the conversion index, and the slaughter weight were determined. To assess the quality of the carcasses, their weight, yield and classification were considered, according to the European Carcass Classification System (SEUROP). To assess the quality of the meat, several physical parameters related to its organoleptic characteristics were analyzed, such as color, pH, shear force, cooking loss and intramuscular fat content. The work was carried out at the Santarém Pole of the National Institute of Agrarian and Veterinary Research (INIAV – Fonte Boa), located at Quinta da Fonte Boa, Vale de Santarém, from April 12th to June 18th, 2021.

Keywords: Beef, haylage, agro-industrial by-products, meat quality; growth.

Lista de Abreviaturas

a*	Índice de vermelho
ACBRA	Associação Criadores de Bovinos da Raça Alentejana
ADF	Fibra em detergente ácido
ADL	Lenhina detergente ácido
AG	Ácidos gordos
AGE	Ácidos gordos essenciais
AGI	Ácidos gordos insaturados
AGPI	Ácidos gordos polinsaturados
AGS	Ácidos gordos saturados
ANOVA	Análise de variância
APCBRC	Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa
b*	Índice de amarelo
CLA	Ácido linoleico conjugado
C*	Chroma
ΔE^*	Delta E
EE	Extrato etéreo
EUA	Estados Unidos da América
EZN	Estação Zootécnica Nacional
FB	Fibra bruta
GB	Gordura bruta
GMD	Ganho médio diário
GPP	Gabinete de Planeamento, Políticas e administração Geral
Hue	Tom
IC	Índice de conversão
ICA	Índice de conversão alimentar
INIAV	Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária
L*	Luminosidade
Ld	<i>Longissimus dorsi</i>
LL	<i>Longissimus lumborum</i>
MS	Matéria seca
NDF	Fibra em detergente neutro

PB	Proteína bruta
PCF	Peso da carcaça fria
PCQ	Peso da carcaça quente
<i>pm</i>	<i>post-mortem</i>
SAS	Statistical Analysis System
SEM	Erro padrão da média
SEUROP	Sistema Europeu de Classificação de Carcaças
SPREGA	Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais
UE	União Europeia
USDA	United States Department of Agriculture

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract.....	III
Lista de Abreviaturas.....	IV
Índice	VI
1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica	2
2.1. Breve caracterização das raças utilizadas	2
2.2. Produção mundial de carne de bovino	3
2.3. Consumo mundial da carne de bovino.....	4
2.4. Produção de carne de bovino nacional	5
2.5. Parâmetros produtivos	5
2.6. Sistemas de produção de bovinos	6
2.7. Sistema Extensivo.....	6
2.8. Sistema Semi-intensivo.....	7
2.9. Sistema Intensivo	7
2.10. Utilização de fenosilagens biodiversas na alimentação de ruminantes.....	7
2.11. Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes.....	9
2.11.1. Polpa de beterraba.....	10
2.11.2. Polpa de citrinos.....	10
2.11.3. Casca de soja.....	11
2.12. Utilização de fontes lipídicas na alimentação de ruminantes.....	12
2.13. Qualidade das carcaças.....	13
2.14. Qualidade da carne	15
2.15. Características sensoriais da carne	16
2.15.1. Cor	17

2.15.2.	Flavour	18
2.15.3.	Tenrura	19
2.15.4.	Suculência	19
3.	Material e Métodos	20
3.1.	Descrição do local de estágio	20
3.2.	Animais	21
3.3.	Tratamento	21
3.4.	Manejo durante o ensaio	23
3.5.	Abate	23
3.6.	Análises laboratoriais	24
3.7.	Análise estatística	25
4.	Resultados e discussão	26
5.	Conclusões	36
6.	Referências Bibliográficas	37

Índice de Figuras

Figura 1: Participação dos países na produção mundial de carne bovina em 2018.....	4
Figura 2: Maiores consumidores de carne bovina em 2018	5
Figura 3: Escala segundo SEUROP.....	14
Figura 4: Qualidade das carcaças- conformação	29
Figura 5: Qualidade das carcaças- acabamento	30

Índice de Quadros

Quadro 1. Fórmula das dietas (%)	22
Quadro 2. Valores das ingestões diárias nos 4 tratamentos em estudo.	26
Quadro 3. Dados produtivos dos 4 tratamentos em estudo.	28
Quadro 4. Características de carcaça de novilhos e cor da gordura subcutânea nos 4 tratamentos em estudo.	31
Quadro 5. Cor do músculo <i>Longissimus lumborum</i> avaliado em 2 tempos (3 e 14 dia post-mortem).	32

Quadro 6. Perdas por cozedura avaliadas em 2 tempos (3 e 14 dias post-mortem). **Erro! Marcador não definido.**

Quadro 7. Medida de resistência da carne ao corte avaliada em 2 tempos (3 e 14 dias post-mortem). **Erro! Marcador não definido.**

Quadro 8. Composição química da carne de novilhos nos diferentes tratamentos. 35

1. Introdução

Em Portugal, a maior concentração de vacas aleitantes encontra-se no Alentejo, tendo o efetivo registado um aumento nos últimos anos. A produção de carne de bovino nesta região baseia-se sobretudo na exploração de 3 raças autóctones: a Alentejana, a Mertolenga e a Preta, utilizadas em linha pura e/ou em cruzamentos com raças exóticas, especializadas na produção de carne, como as raças Limousine e Charolesa (Santos-Silva, 2016).

A alimentação das vacas é feita através de pastoreio direto, sendo realizada ainda suplementação com palhas ou fenos. O desmame dos vitelos é feito entre os 6-7 meses sendo a fase de engorda frequentemente realizada em sistema de estabulação, por períodos com duração oscilante, consoante o objetivo da produção. Nesta fase, a dieta é geralmente baseada em alimentos concentrados ricos em cereais, com uma pequena suplementação de palhas ou fenos (Santos-Silva, 2018).

Os alimentos concentrados que compõem as dietas de ruminantes nas fases mais intensas de crescimento e engorda em estabulação são, atualmente, compostos essencialmente por cereais e bagaços de oleaginosas, sendo Portugal um país com grande deficit em relação à produção de cereais (Santos-Silva, 2018). A utilização dos cereais nas dietas de ruminantes tem ainda o aspeto negativo da sua competição com a utilização para alimentação humana, como no fabrico de farinha para as indústrias de panificação e fabrico de massas, por exemplo. Determinados subprodutos da agro-indústria podem, se incorporados corretamente na formulação de alimentos compostos, ser fontes energéticas alternativas interessantes para a dieta de ruminantes, em que o amido é substituído por açúcares e pectinas, por exemplo, como fontes energéticas metabolizáveis pelos microrganismos do rúmen (Francisco, 2016). A utilização de fenosilagens de alto valor alimentar, ricas em proteína, pode ser também uma forma útil de reduzir a quantidade de fontes proteicas incorporadas na formulação dos concentrados, nomeadamente dos bagaços de oleaginosas, reduzindo o custo dos concentrados e, consequentemente, da alimentação dos novilhos (Santos-Silva, 2020).

A carne é uma fonte de proteína com elevado valor biológico, com uma composição em aminoácidos essenciais bastante equilibrada (Santos-Silva, 2017). Também é rica

em alguns minerais, como as vitaminas do complexo B (em especial a B1 e B2), o fósforo, o potássio e principalmente o ferro nos ruminantes (Santos-Silva, 2017).

Devido à qualidade e ao elevado teor de proteína, a carne bovina, assim como outros produtos de origem animal, são fundamentais para a dieta humana (Lemos, 2003; Manço, 2006).

São vários os parâmetros que podem ser utilizados para a avaliação da qualidade da carne, entre eles as características organoléticas e sensoriais (cor, tenrura, suculência, odor e sabor – “flavour”) (Almeida, 2008), bem como o teor e a composição em ácidos gordos, nomeadamente as proporções de ácidos gordos polinsaturados e de ácido linoleico conjugado (CLA) na gordura da carne (gordura intramuscular) que contribuem para a componente da sua qualidade/valor nutricional (Francisco, 2016).

O objetivo principal deste trabalho de estágio foi avaliar o efeito da redução de amido e da inclusão de fenosilagens de alto valor alimentar no desempenho produtivo de novilhos cruzados Charolês x Alentejana, nos índices produtivos, na qualidade das carcaças e da carne produzidas. Para atingir este objetivo, foram determinados parâmetros produtivos, parâmetros de avaliação da carcaça e parâmetros de avaliação da qualidade da carne. Os parâmetros produtivos foram: o consumo diário de alimento, o ganho médio diário (GMD), o índice de conversão alimentar (ICA) e o peso ao abate; os parâmetros de avaliação da carcaça foram: a cor da gordura subcutânea na região lombar, o peso, o rendimento e a classificação das carcaças; quanto aos parâmetros da avaliação da qualidade da carne foram analisados: a cor, o pH, a força de corte, as perdas de água por cozedura e a gordura intramuscular da carne.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Breve caracterização das raças utilizadas

No presente trabalho foram utilizados bovinos cruzados das raças Charolês e Alentejana. A raça bovina Alentejana, teve origem no sul da Península Ibérica (ACBRA, 2021). São animais caracterizados morfológicamente como corpulentos, com cornos desenvolvidos, de coloração clara, pelagem vermelha (Cortez, 2018). Segundo a Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais (SPREGA), em peso adulto, os machos chegam a atingir os 1000 kg e as fêmeas os 700 kg. É uma raça caracterizada pela sua longevidade, boas características reprodutivas, boa capacidade maternal e boas

características da carcaça (ACBRA, 2021). No que diz respeito ao bovino charolês, segundo a associação Portuguesa de Criadores de Bovinos na Raça Charolesa (APCBRC), a raça teve origem na região de Saône-et-Loire e Nièvre. É considerada uma das raças mais importantes do mundo, estando dispersa em vários países (Oliveira, 2018). O bovino charolês foi introduzido em Portugal nos anos 60, encontrando-se distribuído pelas zonas do Ribatejo, Alentejo e Açores (APCBRC, 2021; Oliveira, 2018). A sua pelagem é branca e por vezes creme, sendo uma raça corpulenta. Os machos adultos apresentam pesos entre os 950 a 1200 kg e as fêmeas adultas pesos entre os 650 a 800 kg (APCBRC, 2021). É uma raça caracterizada por um temperamento calmo, elevado índice de crescimento, baixo índice de conversão dos alimentos e facilidade adaptação aos vários tipos de sistema de produção.

2.2. Produção mundial de carne de bovino

A produção de carne de bovino representa um importante setor na atividade agrícola (Esteves, 2016). Os Estados Unidos da América (EUA) são o principal produtor mundial de carne de bovino, representando cerca de 12,4 milhões de toneladas em 2020, seguido pelo Brasil, com 10.1 milhões de toneladas, e pela União Europeia (UE), com 7,8 milhões de toneladas (<https://beef2live.com/story-world-beef-production-ranking-countries-0-106885>). Os EUA para além de ser o maior produtor mundial, é também o país em que a produção mais cresceu nos últimos anos. A Austrália, é o 7º produtor de carne de bovino do mundo, tem vindo a diminuir, registando uma queda de 11,2%, no acumulado dos anos (GPP, 2020) (Figura 1).

A Austrália é considerada o maior exportador de carne bovina do mundo, passando as 1.2 milhões de toneladas. Os EUA e o Brasil encontram-se, respetivamente, na segunda e terceira posição. A UE encontra-se no 9º lugar, com 300 mil toneladas. Já Hong Kong e a China são os grandes importadores, seguindo-se os EUA, Japão, Coreia do Sul, Rússia, Chile, UE, Indonésia e Canadá. No caso do Uruguai, a carne de bovino tem apresentado nos últimos anos uma valorização particularmente alta, atingindo atualmente a maior cotação no mercado mundial (GPP, 2020). De seguida vem a UE, depois os EUA, a Austrália, a Nova Zelândia, a Argentina e o Brasil (GPP, 2020).

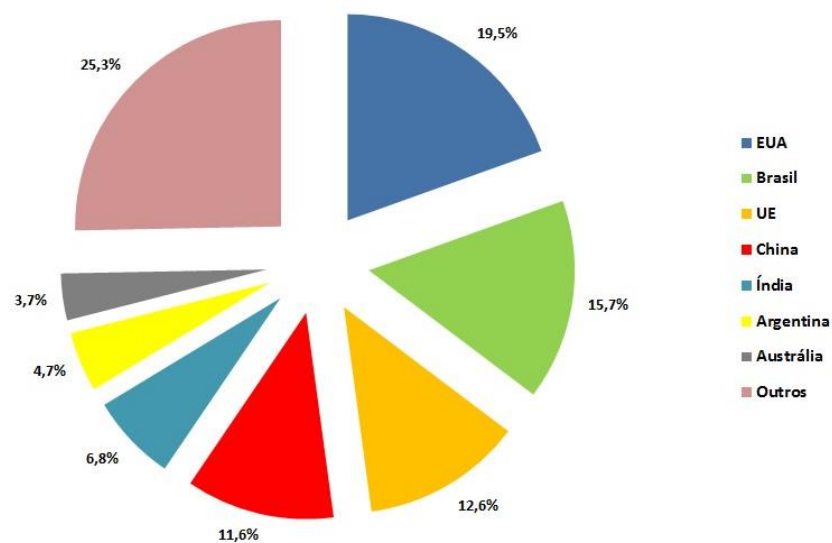


Figura 1: Participação dos países na produção mundial de carne bovina em 2018

Fonte: GPP

2.3. Consumo mundial da carne de bovino

De acordo com o Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP) (2020), o consumo mundial de carne de bovino tem crescido desde 2015, sendo que o consumo mundial estimado em 2018 foi de 60,9 milhões de toneladas (Figura 2). O Uruguai é considerado o maior consumidor *per capita*, no entanto, os EUA são os maiores consumidores de carne de bovino do mundo, representando 12,6 milhões de toneladas (20%). Completando o pódio, segue-se a China, com um consumo mundial de 8,53 milhões de toneladas (14%) e por fim o Brasil, com 7,9 milhões de toneladas (13%).

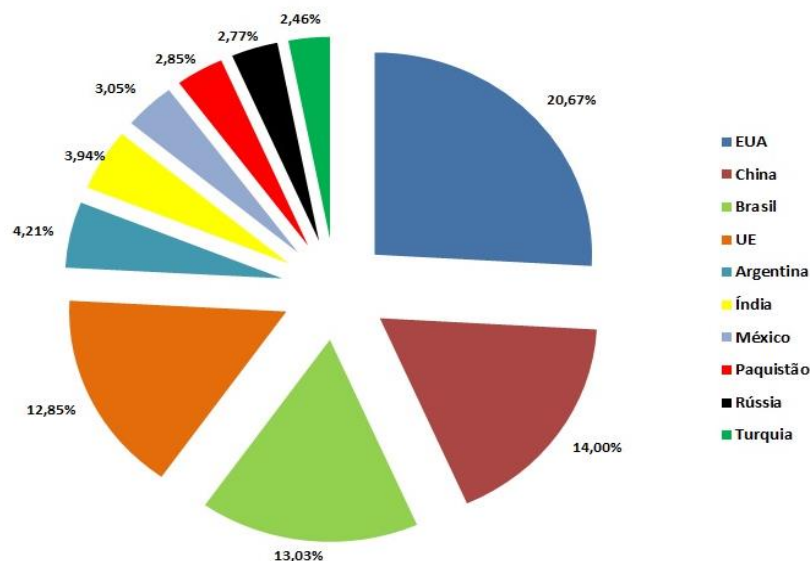


Figura 2: Maiores consumidores de carne bovina em 2018

Fonte: GPP

2.4. Produção de carne de bovino nacional

Em 2019, 42.2% do efetivo bovino concentrava-se essencialmente na região do Alentejo. Cerca de 18% encontravam-se nos Açores, sendo a segunda região com o maior efetivo, de seguida da região Norte e Beira Litoral, apresentando em conjunto 23.7%. O efetivo total de bovinos em Portugal era mais de 1.5 milhões de animais em 2019 e, comparando os valores com os do ano 2009, houve um aumento 10.6%. Já nos bovinos leiteiros, houve uma redução de 11.8%, ou seja, menos 33 mil animais face ao ano 2009 (INE, 2021).

2.5. Parâmetros produtivos

Os dados produtivos como o consumo médio diário de alimento, o GMD, o ICA e o peso ao abate dos animais, são parâmetros com grande importância nos sistemas de produção animal. Estes parâmetros permitem conhecer e determinar os inputs e os custos de produção, e relacioná-los com o desempenho animal, sendo essenciais para a avaliação da produtividade da exploração pecuária, para a sua gestão financeira e viabilidade económica.

Conjugar uma elevada eficiência produtiva com a diminuição de custos de produção, é uma prioridade para os produtores do sistema intensivo, já que o principal objetivo deste tipo de sistema de produção é produzir ao máximo, no menor tempo possível, sendo que o lucro estará condicionado à capacidade de comercialização do produtor.

Para a carne que produzem se tornar competitiva nos mercados, além de aumentar a produtividade animal, é imprescindível reduzir preços de produção e, se possível, melhorar a qualidade da carne.

2.6. Sistemas de produção de bovinos

Sistemas de produção são diferentes modos de combinar recursos disponíveis para obter diferentes produções (Garcia Filho, 1999).

Pode-se considerar sistema de produção animal como um conjunto de tecnologias e práticas de manejo, como o tipo de animal, raça, genética e região de onde é produzido. Devemos considerar ainda, os aspetos económicos e culturais envolvidos.

Existem, basicamente, três tipos de sistema de produção de gado bovino, sendo eles: extensivo, semi-intensivo e o intensivo (Euclides Filho, 2000).

2.7. Sistema Extensivo

Os sistemas extensivos utilizados em Portugal são principalmente adotados para a produção de novilhos para a produção de carne, caracterizando-se pelo aproveitamento de recursos naturais locais, como as raças bovinas de cada região e pastagens espontâneas em grandes áreas de terra.

Os animais são mantidos em grandes áreas de pastagem, sem alimentação suplementar, aumentando o tempo em que o animal atinge o peso ideal para abate, o que torna este sistema pouco eficiente.

As suas principais vantagens são a baixa necessidade de investimentos. Porém, apresenta algumas desvantagens como por exemplo a necessidade de ocupação de grandes áreas, a disponibilidade de pasto, baixa produtividade e ausência de controlo reprodutivo (Euclides Filho, 2010).

2.8. Sistema Semi-intensivo

Nos sistemas semi-intensivos, os animais são sustentados durante um período de tempo em pastagem, e o restante em confinamento. Os animais são mantidos no estábulo durante um período do dia, para receberem alimento composto comercial e outros alimentos. Em comparação com o sistema extensivo, estes animais alcançam mais rapidamente o peso para abate. No entanto, tem menos aproveitamento dos pastos naturais, exige mais instalações, controlo zootécnico (como GMD e IC) e profilático (Garcia Filho, 1999).

2.9. Sistema Intensivo

Este tipo de sistema é considerado o mais moderno e produtivo. É caracterizado pelo confinamento dos animais, sendo a sua alimentação composta à base de alimentos concentrados, suplementados com fenos ou palhas (Euclides Filho, 2010). O principal objetivo é obter o produto final no menor tempo possível (Ferreira, 2015).

Nos sistemas intensivos pode-se concretizar a engorda de animais procedentes de explorações de vacas aleitantes, de onde saem os vitelos (Archer, 2013). São caracterizados, por exemplo, pela necessidade de planeamento dos recursos alimentares, produtivos, profiláticos, especialização de raças, (Euclides Filho, 2010).

Na estação seca, quando a oferta de forragem é reduzida, este tipo de sistema necessita de investimentos em suplementação forrageira e de alimento composto. As principais vantagens deste sistema de produção são o aumento da produtividade animal, a baixa mortalidade e o maior controlo zootécnico. Podemos considerar como desvantagens um maior impacto ambiental das explorações, a necessidade de mão-de-obra especializada e custos mais elevados (Euclides Filho, 2010).

2.10. Utilização de fenosilagens biodiversas na alimentação de ruminantes

A produção animal depende da nutrição em diferentes aspetos como na quantidade de nutrientes que o animal ingere, nas suas exigências nutricionais, na composição e na digestibilidade dos próprios alimentos (Macedo Júnior *et al.*, 2007).

Na alimentação animal as forragens têm como principal papel o fornecimento de fibra na dieta (Teixeira *et al.*, 2009). De acordo com Alves *et al.* (2016), a fração fibrosa da dieta é fundamental para os ruminantes e ainda que, por vezes, possa ser provida apenas em pequenas quantidades, é de elevado valor para o correto funcionamento do ecossistema ruminal.

Relativamente à sua composição química, a fibra é composta por carboidratos estruturais como a celulose, hemicelulose e lenhina, tendo em conta que, em termos práticos referimos aos seguintes parâmetros: fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (NDF), fibra em detergente ácido (ADF) e lenhina (ADL) (Alves *et al.*, 2016).

Em questão de quantidade, os carboidratos são os nutrientes mais importantes na dieta dos ruminantes. Estes são utilizados pelos microrganismos do rúmen, que os convertem em ácidos gordos voláteis, os produtos finais da fermentação ruminal e que constituem a principal fonte de energia para o metabolismo dos animais (Teixeira, 1997).

As forragens são consideradas alimentos grosseiros, normalmente fornecidos à descrição. Englobam um conjunto de várias espécies, como gramíneas e leguminosas, cuja produção serve a alimentação de animais ruminantes, depois de submetidas a um processo de conservação (Moreira, 2002). Estas, juntamente com as pastagens, com os alimentos compostos (vulgarmente designados por ração) e com a vegetação arbustiva, são as bases da produção animal. As forragens distinguem-se das pastagens na forma como as plantas são utilizadas pelos animais. Nas forragens, as fontes forrageiras antes de entrarem na alimentação dos animais, sofrem um processo de conservação: fenação, se conservadas a seco, ou ensilagem, se conservadas a húmido. A fenação consiste em secar a forragem verde, recém-cortada, num produto seco, com cerca de 15% de humidade. Já a ensilagem, que ronda entre os 18-40% de MS, é um método de conservação de forragem baseado em processos de fermentação, em que o seu objetivo é conservar a forragem em estado húmido, com o mínimo de perdas de MS e de valor nutritivo do alimento (Carita, 2018).

A fenosilagem é um processo intermediário entre a fenação e a ensilagem, tendo em conta princípios de pré-secagem e fermentação anaeróbica (Lima *et al.*, 2019), e corresponde a 40-80% da MS. As fenosilagens biodiversas são caracterizadas por serem misturas de espécies e cultivares forrageiras, que são adaptadas aos locais e clima (Carita, 2018).

As pastagens e culturas forrageiras ricas em leguminosas, oferecem várias vantagens em relação às pastagens naturais ou às culturas baseadas num número reduzido de espécies (Crespo, 2006), por serem mais produtivas, por conterem maiores teores de proteína e as plantas que as compõem têm grande palatabilidade.

2.11. Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes

As indústrias agroalimentares produzem, anualmente, enormes porções de resíduos cuja valorização ainda é muito pouco significativa (Valente, 2015). Um resíduo ou subproduto da agroindústria pode ser utilizado como alimento para animais, sendo adquirido no final da colheita de alguma cultura ou após o processamento agroindustrial para a alimentação humana (Fadel, 1999). Tanto pode ser de origem animal, como vegetal.

Em Portugal, a utilização de subprodutos na alimentação animal não é frequente. Por vezes, é feita de forma pouco eficaz por falta de informação disponível em relação ao valor nutricional, composição química, forma de conservação e conhecimento sobre o impacto na produtividade dos animais e qualidade do produto final (Dentinho *et al.*, 2021).

A alimentação dos animais é o principal fator de custo das empresas pecuárias, pelo que, há elevada procura por alimentos alternativos que possam melhorar economicamente os sistemas de produção. Nesta perspetiva, tem havido muito interesse no aproveitamento de subprodutos das agroindústrias.

Utilizar subprodutos agroindustriais pode ser uma boa alternativa em relação às matérias-primas convencionais como fonte de energia, substituindo fontes de amido normalmente utilizadas, atendendo às exigências nutricionais dos animais (Freitas, 2012).

Segundo Imaizumi (2005), uma forma eficaz de escoar os resíduos dos processamentos industriais de produtos vegetais é fornecê-los a ruminantes. Estes possuem um sistema digestivo com particularidades próprias, bem definidas, fazendo com que aproveitem os nutrientes contidos em alimentos fibrosos e grosseiros, assim como nos subprodutos (Reguse, 2018).

A utilização dos subprodutos da agroindústria não só poderá reduzir os custos de produção, como melhorar a sustentabilidade econômica e ambiental da produção animal, reduzindo a competição por alimentos com o Homem (Salami *et al.*, 2019).

Nas matérias-primas para os alimentos compostos para animais existem subprodutos com muito baixo teor em amido, em especial as polpas de beterraba e de citrinos e a casca de soja, que poderão ser opções em relação ao uso de cereais nos alimentos compostos para ruminantes (Santos-Silva, 2017). Estes são fontes alimentares com teores oscilantes em fibra com alta solubilidade no rúmen, a que corresponde uma alta digestibilidade por os ruminantes. Também apresentam diferentes teores em açúcares, que são uma fonte energética alternativa, com disponibilidade imediata para utilização pela comunidade microbiana ruminal (Santos-Silva, 2017).

2.11.1. Polpa de beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris L.*) é uma planta herbácea, da família das Quenopodiáceas, oriunda de regiões europeias e norte-africanas de clima temperado (Oliveira, 2017). Existem três tipos de beterrabas cultivadas, entre elas: a olerácea, produzida para consumo humano; a forrageira, para alimentação animal, e a sacarina usada para a produção de açúcar (Vasque, 2019). Os subprodutos desta última, o melaço e a polpa, podem ser utilizados para alimentação animal (Cunha, 2018), que pode ser fornecido aos animais sob a forma de silagem ou em fresco (Moreda, 2012).

A beterraba é um vegetal muito rico nutricionalmente que contém várias vitaminas (B1, B2, B5 e C) (Vasque, 2019), compostos bioativos com efeitos antioxidantes (flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos) (Aquino *et al.*, 2006) e elementos como o cloro, potássio, zinco e manganês (Mikolajczyk *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2013).

A beterraba sacarina é um subproduto da agroindústria bastante utilizado na alimentação animal, em especial em bovinos. Constitui um elemento de grande valor nutricional para a produção de carne e uma fonte de fibra de alta digestibilidade, apresentando um bom valor energético (Gonçalves *et al.*, 2009).

2.11.2. Polpa de citrinos

Citrus é um género de plantas da Família *Rutaceae*, originários do continente asiático (Valente, 2015). A composição da fruta cítrica é afetada por vários fatores, assim como

condições de crescimento, maturação, clima e variedade do fruto (Silva, 2010). As frutas cítricas contêm lípidos (oleico, palmítico, linolénico, linoleico, glicerol, um fitosterol e ácido esteárico), enzimas (peroxidase, pectinesterase e fosfatase), carboidratos insolúveis (pectina e celulose), óleo de casca (d-limoneno), flavonóides (naringina e hesperidina), açúcares (sacarose, frutose e glicose), ácidos (cítrico, málico, oxálico, benzoico, succíneo e tartárico), azoto, vitaminas (vitamina C, complexo de vitamina B, carotenóides e ácido ascórbico), princípios amargos (isolimonina e limonina), minerais (potássio e cálcio), constituintes voláteis (ácidos, hidrocarbonetos, álcoois, cetonas, ésteres e aldeídos) e pigmentos (xantofilas e carotenos) (Bampidis e Robinson, 2006).

Segundo Reguse (2018), os estudos sobre o aproveitamento de subprodutos cítricos na alimentação animal, começaram nos EUA em 1911, através da utilização de frutas fora do padrão imposto pelo mercado.

A polpa de citrinos é um subproduto do fabrico de sumos, constituído por cascas, bagaço, sementes e frutas (Oliveira *et al.*, 2012) e que pode ser utilizada como alimento para ruminantes (Ferrão, 2006; Francisco *et al.*, 2016; 2017). Para esse efeito, a polpa de citrinos é normalmente desidratada, processo que envolve a eliminação, calagem, prensagem e secagem da casca, polpa, resíduos de sementes e frutos, sendo incorporada granulada na dieta dos animais (Bampidis e Robinson, 2006; Francisco, 2016).

A polpa de citrinos desidratada é caracterizada por um baixo teor de proteína, amido e fósforo, sendo rica em carboidratos rápida e altamente fermentáveis no rúmen, como pectinas e açúcares (Bampidis e Robinson, 2006; Francisco, 2016).

2.11.3. Casca de soja

A casca de soja é um subproduto do grão de soja, ou seja, corresponde a um tegumento que é separado desta última, durante o seu processamento para extração do óleo (Gomes *et al.*, 2012), sendo um subproduto da agroindústria de excelente uso e valor nutricional (Silva *et al.*, 2002).

É muito digestível pelos ruminantes, contendo um alto teor em fibra. Devido ao seu baixo teor em amido, reduz os problemas de acidose e reduz a fermentação ruminal (Kunkle *et al.*, 1999). Este subproduto é caracterizado por apresentar um elevado teor de MS e de NDF, com apresentando médio e variável teor em proteína bruta (PB) e baixo

extrato etéreo (EE). Deste modo, este subproduto costuma ser utilizado como alimento energético (Gentil *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2012).

2.12. Utilização de fontes lipídicas na alimentação de ruminantes

Os lípidos são compostos de ácidos gordos (AG) e que podem ser divididos em dois grupos quanto o grau de insaturação da cadeia carbonada: insaturados e saturados (Souza, 2008). A diferença entre eles está no número de ligações duplas na cadeia dos AG. Ácidos gordos saturados (AGS) não apresentam ligações duplas, enquanto os ácidos gordos insaturados (AGI) têm pelo menos uma ligação dupla.

Os animais precisam de ingerir uma porção mínima de ácidos gordos essenciais (AGE) para garantirem uma boa saúde e desempenho (Urbano *et al.*, 2014). São AG que o organismo não consegue sintetizar e, portanto, têm de ser obtidos diretamente através de fontes alimentares. Estes são utilizados como constituintes das membranas celulares e como precursores das moléculas regulatórias do metabolismo (Urbano *et al.*, 2014).

Os ruminantes não são muito tolerantes a elevados teores de gordura na dieta, sendo suficientes teores de 2 a 3% de AG para atender às suas exigências nutricionais (Palmquist, 1994). Os AG podem aderir à partícula dos alimentos, produzindo uma barreira física à ação de microrganismos e enzimas microbianas, afetando a degradação do alimento (Jenkins, 1993; Neto e Melloti, 2007). Os principais AGS existentes nas dietas dos ruminantes são o palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0). Já o principal AGI presente na mesma é o oleico (C18:1) e, no que diz respeito aos polinsaturados, são o ácido linoleico (C18:2 n-6) e o ácido linolénico (C18:3 n-3) (Palmquist, 1994).

São várias as fontes de gordura que podem ser fornecidas aos animais como óleos vegetais, de peixe, sementes de oleaginosas, gordura e sebo, gorduras protegidas contra ação dos microrganismos ruminais como as gorduras granuladas e os sais de cálcio de AG (Palmquist, 1994; Hess *et al.*, 2008; Jerónimo *et al.*, 2009; Francisco *et al.*, 2016; Palmquist e Jenkins, 2017). Contudo, os óleos vegetais, devido à elevada quantidade de ácidos gordos polinsaturados (AGPI), ou seja com mais do que dupla ligação podem ser tóxicos para alguns microrganismos ruminais (Maia *et al.*, 2007), apesar de poderem ser metabolizados por outros (Lourenço *et al.*, 2010). A suplementação de dietas de ruminantes com óleos e gorduras pode ter vários objetivos como aumentar a eficiência alimentar, aumentar a densidade energética das dietas e melhorar o perfil de AG da

carne e do leite, através da inclusão de fontes lipídicas ricas em AGPI (Palmquist, 1994; Jerónimo *et al.*, 2009; Francisco *et al.*, 2015; 2016; 2018; Palmquist e Jenkins, 2017).

A composição dos AGPI é muito importante conferindo diversos benefícios ao nosso organismo. As famílias de AG bioativos que derivam de C18:3 n-3 e C18:2 n-6 são os AGPI n-3 e n-6 (Francisco, 2016). Os AGPI n- 3, devido às suas ações antiinflamatórias, estes estão ligados à diminuição de certas doenças como lúpus, fibrose quística, asma, entre outros (Calder, 2012; Francisco, 2016). Os AGPI n-6 também estão associados a processos inflamatórios, desempenhando um papel importante como precursores de mediadores inflamatórios (Francisco, 2016).

2.13. Qualidade das carcaças

A carcaça de bovino é definida pelo regulamento (CE) número 1183/2006 como o corpo inteiro do animal abatido tal como se apresenta após as operações de sangria, de evisceração e de esfolia, apresentando-se:

- Sem a cabeça e sem os pés; a cabeça é separada da carcaça ao nível da articulação atlóido-occipital, os pés, seccionados ao nível das articulações carpo-metacárpicas ou tarso-metatarsais;
- Sem os órgãos contidos nas cavidades torácica e abdominal com ou sem os rins, a gordura dos rins, bem como a gordura da bacia;
- Sem os órgãos genitais e os músculos contíguos, sem tetas e sem a gordura mamária.

O objetivo final de todo o sistema produtivo é estabelecido através da qualidade da carcaça, considerando a parte comercial mais relevante de um animal (Araújo, 2011). A qualidade da carcaça é decidida pela eficácia do sistema utilizado na sua produção e do método de abate utilizado (Cabrero, 1991; Araújo, 2011). No entanto, tendo em conta o valor comercial, a composição da carcaça cinge-se à quantidade de músculo, gordura e osso, pois estes influenciam a sua qualidade (Araújo, 2011). Com o aumento do PV ao longo do crescimento, as variações da composição corporal indicam um aumento da percentagem de gordura e uma diminuição das percentagens de músculo e principalmente de osso (Costa, 2008; Araújo, 2011).

Normalmente no mercado de produção de carne, a gordura amarela em carcaças de bovinos não é muito aceite em comparação com a gordura mais branca e as carcaças que a apresentam são vendidas a um preço mais baixo (Walker *et al.*, 1990). Segundo

Morgan e Everitt (1969), os fatores que podem afetar a cor da gordura são a idade, a dieta, o regime de refrigeração, a técnica de processamento, a genética e a deposição de gordura da carcaça. A maioria dos organismos fotossintéticos contém carotenóides, que são vários compostos químicos que possuem diversas cores de laranja e amarelo (Dunne *et al.*, 2008). O consumo de forragens pelos bovinos pode resultar no desenvolvimento de uma gordura com um tom amarelado. O aparecimento da cor amarela na gordura corresponde à presença de pigmentos carotenóides nas células adiposas. Os carotenóides pertencem a duas grandes famílias: carotenos e xantofilas. Os carotenos são estritamente hidrocarbonetos, já as xantofilas são os seus derivados oxigenados (Dunne *et al.*, 2008). O principal pigmento carotenóide na gordura da carne é o beta-caroteno, que é um importante precursor da vitamina A (Walker *et al.*, 1990). A cor amarela será mais intensa, à medida que a concentração de carotenóides na gordura aumenta (Morgan e Everitt, 1969).

O sistema SEUROP é o sistema utilizado na União Europeia para a classificação das carcaças de bovinos com mais de 8 meses. Está baseado em dois critérios de classificação: a conformação e o acabamento. A conformação da carcaça é entendida como a sua constituição global, a forma dos seus perfis musculares ou a sua morfologia (Araújo, 2011). As carcaças são avaliadas de acordo com as seguintes classes: S, E, U, R, O e P, correspondendo a Superior, Excelente, Muito Boa, Boa, Razoável e Medíocre, respetivamente. Em relação ao acabamento, que diz respeito à avaliação da quantidade de gordura subcutânea presente nas carcaças, esta classificação considera 5 classes de 1 a 5, correspondendo a Muito magra, Magra, Média, Gorda e Muito gorda (Barata, 2013).

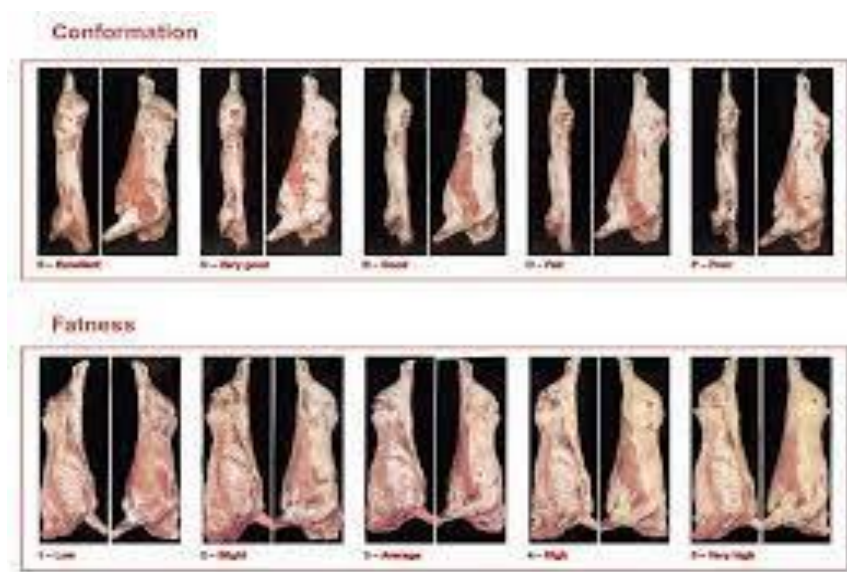


Figura 3: Escala segundo SEUROP

A razão entre o peso da carcaça quente e o peso antes do abate é entendida por rendimento da carcaça, que é um parâmetro relevante para os produtores e utilizado por estes para comparar preços de venda (McKieman *et al.*, 2007). Deste modo o rendimento de carcaça é diretamente influenciado pelo peso vivo do animal e pelo peso da respectiva carcaça quente. O PV do animal está sujeito a vários fatores, como por exemplo, a duração do período de jejum antes do abate (Araújo, 2005; Araújo, 2011). Já o peso de carcaça pode ser diferente, dependendo da metodologia do processamento da carcaça, de cada região e ainda do registo de pesagem proposto (Araújo, 2011). De acordo com Araújo (2011), o procedimento em relação ao peso de carcaça efetua-se a quente, no final da linha de abate e o peso da carcaça fria é obtido entre 24 a 48 horas após refrigeração no matadouro.

2.14. Qualidade da carne

A fonte de proteína animal mais importante para a dieta humana é a carne (Júnior *et al.*, 2011). Este alimento assume uma posição de elevada importância na dieta humana devido à sua composição nutricional, aliada à satisfação sensorial que o seu consumo proporciona (Almeida, 2008). O conceito de qualidade da carne é muito amplo e envolve a avaliação de diversas características que podem influenciar o produto final. A qualidade da carne depende de diversos fatores *ante* e *post-mortem* do animal, como a raça, o manejo (incluindo a alimentação e bem-estar) durante o crescimento e engorda, as condições de transporte e alojamento antes do abate, as condições durante o abate e as condições do processamento da carne que serão aplicadas durante as primeiras 24 horas após o abate (Filho, 2004; Almeida, 2008).

A qualidade da carne é crucial para o seu consumo e para a repetição da compra pelo consumidor e a sua avaliação envolve a análise de diversos parâmetros, tanto físicos como químicos, relacionados direta ou indiretamente com as características organoléticas da carne. O principal aspeto da qualidade da carne que influencia a decisão do consumidor é a sua aparência que depende da cor da carne e do nível da gordura intramuscular (Francisco, 2016). Por seu lado, o pH, a capacidade de retenção de água, a tenrura, a suculência, o odor e o sabor podem-se influenciar reciprocamente e

são características determinantes durante o consumo da carne já cozinhada e que afetam a decisão da repetição da compra (Francisco, 2016). A avaliação da qualidade organolética da carne pelo consumidor é subjetiva, dependendo do seu nível de conhecimento, experiência prévia e até mesmo da cultura onde está inserido (Francisco, 2016). Contudo, os parâmetros de qualidade organolética da carne podem também ser avaliados objetivamente, com recurso a análises instrumentais e laboratoriais e painéis de provadores treinados.

Outro aspeto importante a considerar quando se avalia a qualidade da carne é o seu valor nutricional, que pode ser influenciado pela quantidade em gordura intramuscular na carne e pelo perfil lipídico do mesmo. A carne de ruminantes é especialmente rica em AGS e pobre em AGPI, o que é considerado como negativo para a dieta humana (Francisco, 2016). No entanto, pode também ser um elemento importante na dieta das populações humanas, como fonte de AGPI, principalmente da série n-3 ou de outros ácidos gordos bioativos, como os ácidos vacénico (*t*11-C18:1) ou ruménico (*c*9,*t*11-C18:2) (Francisco, 2016). O interesse no desenvolvimento de estratégias de manipulação da composição dos ácidos gordos da carne de ruminantes, nomeadamente a bovina, está relacionado com a necessidade do setor em produzir carne mais saudável devido à crescente preocupação dos consumidores com a ingestão de alimentos saudáveis e que correspondeu nos últimos anos a uma procura por produtos alimentares, incluindo carne, com uma composição lipídica mais favorável para a saúde humana (Francisco, 2016).

A carne de bovino é normalmente comercializada a um preço mais elevado que a de outras espécies animais ou demais alimentos ricos em proteína com semelhante valor nutritivo, estando por esta perspetiva normalmente associada a um produto de qualidade superior (Becker, 2002).

2.15. Características sensoriais da carne

Do ponto de vista do consumidor, o termo qualidade da carne é definido por atributos que este entende como desejáveis (Monteiro, 2012). Esta pode ser entendida por diversas qualidades, tais como éticas, químicas, físicas, tecnológicas, nutricionais e sensoriais (Bridi, 2009). De acordo com Almeida (2008), dentro das características sensoriais, temos as seguintes:

2.15.1. Cor

Segundo Macdougall (1994), a característica sensorial mais importante, em relação à aparência da carne, é a sua cor. De acordo com Cross (1994), o consumidor ao observar a carne, a primeira característica que nota é a cor, correspondendo o vermelho vivo à carne fresca. Isto ocorre devido ao contato da carne com o ar, por existir uma reação por parte dos pigmentos com o oxigênio molecular, compondo um pigmento estável, a oximioglobina, relacionando a tal cor anteriormente mencionada, causando um aspeto agradável para o comprador (Roça, 1997; Varmam *et al.*, 1998).

A hemoglobina e a mioglobina são os pigmentos responsáveis pela cor da carne (Manço, 2006), sendo que, esta última representa entre 80-90% do total (Andrighetto *et al.*, 2010). No que diz respeito à quantidade, a hemoglobina varia com o sexo, idade, espécie, atividade física e localização anatômica do músculo, explicando a enorme variação de cor na carne (Monin *et al.*, 1991; Roça, 1997).

Ao observar a carne de um bovino recém-abatido, reparamos num corte, uma cor vermelho-púrpura, devido em especial, à mioglobina (Andrighetto *et al.*, 2010). De acordo com Monin *et al.* (1991), a carne de animais não castrados é mais escura que a de animais castrados, apresentando um pH mais alto. Geralmente, as pessoas associam carnes mais claras a animais mais jovens (Kuss *et al.*, 2010).

A cor da carne pode ser avaliada de diversas formas. De acordo com Rodrigues (2007), os seus atributos são:

Luminosidade (L^*)

O L^* representa a porção de luz que é refletida de uma cor, ou seja, é o brilho de um certo objeto, tendo o branco como modelo. As variações de L^* vão do branco, representado por 100, ao preto, representado por 0.

Índice de vermelho (a^*)

Índice de amarelo (b^*)

Chroma (C^*)

O C^* representa o grau de concentração de uma cor, ou seja, é o máximo que uma cor pode conter de si mesma. Uma cor estará completamente saturada, quando não possui nem preto nem branco. Define-se por uma razão entre a^* e b^* e tem a ver com os fatores *ante-mortem*, em que a sua classificação baseia-se entre 0 e 200.

Tom (H^*)

O Hue indica o nome da cor, sendo o comprimento de onda dominante. Este fica determinado pela ligação entre o índice de amarelo (b^*) e o de vermelho (a^*), relacionando-se com fatores *post-mortem*. A sua classificação varia de 0 a 360.

Os valores de delta (ΔL^* , Δa^* e Δb^*), representam o quanto a amostra se diferenciou de um padrão para respetivamente L^* , a^* e b^* . São utilizados para a diferença do cálculo total de cor, representado por delta E (ΔE^*) (Ribeiro *et al.*, 2007).

2.15.2. Flavour

O flavour é o resultado das sensações alcançadas pelos recetores gustativos e olfativos do consumidor (Xiong *et al.*, 1999b), em que a sua nomenclatura abrange o odor, ligado aos compostos voláteis e aromáticos libertados da carne durante a mastigação e ao sabor que tem na sua origem substâncias solúveis (Osório *et al.*, 2009).

Este tem início em vários precursores não voláteis, como aminoácidos, nucleótidos, vitaminas, açúcares, AGI, nomeadamente os que provêm dos fosfolípidos e péptidos com origem na proteólise (Melton, 1999a; Ouali *et al.*, 2006; Wood *et al.*, 2003).

De acordo com Pegg e Shahidi (1999) os compostos voláteis libertados durante a mastigação são encaminhados por via retro nasal, para o lóbulo olfativo, onde é realizada a avaliação quantitativa e qualitativa desse conjunto aromático, sendo o principal componente do flavour da carne. Outras variáveis avaliadas durante a mastigação, como a temperatura e suculência, podem envolver no complexo conjunto de estímulos que circunscrevem o flavour da carne (Calkins e Hodgen, 2007; Pegg e Shahidi, 1999). O único método com aptidão para efetuar a apreciação do flavour da carne é a análise sensorial (Almeida, 2008), agregando toda a complexidade de sensações e constituintes com provável intervenção na aceitação final da carne (Bett *et al.*, 1999).

O flavour de carne maturada, é um componente do flavour da carne de bovino, que é desenvolvido durante o período de maturação, tendo origem na atividade enzimática microbiana ou endógena, composto por produtos de metabolização dos ácidos nucleicos e aminoácidos (Smith, 2001).

2.15.3. Tenrura

Podemos entender a tenrura, em termos gustativos, como a resposta psicológica aos estímulos originados durante a mastigação (Mathoniere *et al.*, 2000). A tenrura é a característica sensorial mais importante, por parte do consumidor, para avaliação da qualidade da carne (Cross, 1994; Vestergaard *et al.*, 2000; Koohmaraie, 2003).

Existem duas fontes, que podem influenciar a tenrura da carne, que são os fatores *ante* e *post-mortem*. No que diz respeito à primeira, pode ser com a idade, nutrição, sexo, stress antes do abate, comprimento e espessura dos sarcómeros e presença do tecido conjuntivo (Roça, 1997). Nos fatores *post-mortem*, já pode ter a ver com o uso ou não da estimulação elétrica, o ritmo de arrefecimento da carcaças, o tempo de maturação ou ainda o processo do cozedura incluindo a temperatura da mesma, a (Roça, 1997). A tenrura tende a ser maior, quando os animais são jovens (Monin e Ouali 1991). Outro fator que afeta a tenrura é a condição sexual do animal, ou seja, a carne, normalmente, é mais tenra em animais castrados do que não castrados, pois, os primeiros têm menor quantidade de tecido conjuntivo e colagénio e mais gordura subcutânea que diminui o encurtamento das fibras pelo frio, o que melhora a tenrura da carne (Monin e Ouali, 1991; Luchiari Filho, 2000).

A tenrura pode ser avaliada em dois modos: análise sensorial e força de corte. Na análise sensorial, esta pode ser analisada diretamente por um painel de provadores, acabando por ser um procedimento muito importante para estimar qualidades que não podem ser avaliadas objetivamente com métodos instrumentais (Nassu *et al.*, 2009). Já a segunda, é avaliada através da resistência da carne cozida ao corte, sendo utilizada por um texturómetro, expresso em kg-força (kgf) (Carolino *et al.*, 2009).

2.15.4. Suculência

A suculência da carne pode ser separada em duas componentes: uma sensação inicial de humidade proporcionada pelo suco libertado inicialmente na mastigação, e uma

sensação mais prolongada que resulta do estímulo que a gordura intramuscular libertada durante a mastigação, executa na produção bucal com uma fina camada de gordura (Moloney, 1999; Winger e Hagyard, 1999). A variação da suculência é um facto geralmente reconhecido na carne de diversas espécies animais (Ouali *et al.*, 2006) e pode afetar o seu consumo. Particularmente nas carnes vermelhas, na ausência de sabores desagradáveis e se a tenrura da carne for consistentemente aceitável, a suculência tornar-se-á no atributo sensorial decisivo para a determinação da qualidade da carne pelos consumidores (Ouali *et al.*, 2006; Winger *et al.*, 1999).

Em relação à gordura intramuscular deve combinar uma boa qualidade nutricional com uma alta satisfação alimentar para o consumidor, (Francisco, 2016). Altos teores de gordura intramuscular são considerados negativos em diversos países, incluindo Portugal, acabando o valor da carne por ser desvalorizado no momento da compra (Francisco, 2016).

A gordura intramuscular tem um papel importante no que diz respeito à qualidade organolética da carne, pois é necessário um teor mínimo em gordura intramuscular para garantir uma análise positiva da carne (Francisco, 2016). A porção de gordura intramuscular na carne pode influir a suculência e a tenrura após a confeção (Francisco, 2016). No que diz respeito à qualidade nutricional da carne e a estabilidade oxidativa do músculo, esta é influenciada pela composição de AG, o que pode afetar a cor da carne durante o armazenamento e também o seu sabor (Francisco, 2016).

3. Material e Métodos

O presente estágio foi realizado no Departamento de Sistemas de Produção Animal, na EZN, (INIAV – Fonte Boa), Quinta da Fonte Boa, Vale Santarém, no período de 12 de abril a 18 de junho de 2021.

3.1. Descrição do local de estágio

O presente estágio foi realizado no Pólo de Santarém do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV I.P.), antiga Estação Zootécnica Nacional (EZN), situado na Quinta da Fonte Boa, Vale de Santarém. As atividades científicas do INIAV agrupam-se nas seguintes áreas estratégicas:

- Biotecnologia e Recursos Genéticos;

- Tecnologia e Segurança Alimentar;
- Sistemas Agrários e Florestais e Sanidade Vegetal;
- Produção e Sanidade Animal.

Na EZN estão englobadas atividades respeitantes a duas das unidades estratégicas do INIAV, a “Biotecnologia e Recursos Genéticos” e a “Produção e Saúde Animal”.

A EZN dedica-se à investigação e desenvolvimento experimental para a promoção da ciência e inovação da tecnologia em produção animal. Além disso, dedica-se também a atividades de formação, proporcionando apoio técnico-científico, nomeadamente a associações de criadores e escolas e universidades.

Este estágio encontra-se incluído num ensaio produtivo com novilhos no âmbito de um projeto em curso, denominado “LegForBov – Alimentos alternativos na produção de carne de bovino” com a designação PDR2020-101-031179, financiado pelo Programa Alentejo 2020.

3.2. Animais

Deste ensaio fizeram parte 32 novilhos cruzados Charolês x Alentejana, com peso inicial de 309.7 ± 52.5 kg e com cerca de 7 meses de idade, cujo peso fixado para o abate variou entre os 500-550 kg. Anteriormente ao seu transporte para a EZN para a realização do ensaio produtivo deste estudo, os animais foram criados em condições de sistema extensivo nas explorações de origem com as mães, sendo desmamados por volta dos 6-7 meses de idade. Aquando da chegada à EZN, todos os animais foram pesados e constituíram-se 4 grupos de 8 animais, um por cada dieta, sendo os novilhos agrupados 2 a 2, num total de 16 parques. Os parques onde os animais ficaram alojados apresentam dimensões entre os 25 e os 60 m², têm pavimento cimentado para facilitar a respetiva higienização, e encontram-se equipados com bebedouros automáticos de nível constante, para garantir água limpa corrente à disposição dos animais, e manjedouras de metal com cerca de 3 m.

3.3. Tratamento

Os tratamentos consistiram em 4 dietas, descritas no Quadro 1, complementando com feno de aveia, na proporção máxima de 20%, relativamente ao alimento consumido.

Quadro 1. Fórmula das dietas (%)

	Dieta				
	60C	60S	60SG	75SG	Feno de Aveia
Ingredientes (%)					
Cereais	30.0	14.8	13.4	7.6	
Subprodutos ₁	0	14.7	13.3	7.4	
Bagaço de soja	20.0	3.2	3.1	0	
Bagaço de girassol	30.0	2.4	0.4	0	
Semente de girassol	0	0	10.0	10.0	
Fenosilagem	60.0	60.0	54.0	67.5	
Sais ₂	4.6	4.6	4.6	4.6	
Premix ₃	0.3	0.3	0.3	0.3	
Composição química (%)					
MS ₄	50.5	50.5	52.9	48.6	88.8
PB ₅	15.9	16.6	16.7	15.3	7.15
EE ₆	2.19	2.08	6.04	6.15	1.32
Amido	18.4	10.1	8.87	5.29	-
Açúcar	3.44	5.18	4.51	3.60	-
NDF ₇	32.3	35.1	33.5	35.5	59.2
ADF ₈	23.4	25.7	24.4	26.7	39.0
ADL ₉	3.01	3.04	3.46	3.42	5.33
AG ₁₀ (%MS)	1.24	0.95	2.99	2.98	-

1- Polpa de citrinos desidratada + polpa de beterraba sacarina desidratada + casca de soja; 2-Carbonato de cálcio + fosfato dicálcico + bicarbonato de sódio + cloreto de sódio; 3- Vitaminas: A- 4000000 UI, D3- 1000000 UI, E- 15000 mg e B1- 1000 mg; Oligoelementos: zinco- 20000 mg, cobre- 1000 mg, manganês- 15000 mg, iodo- 250 mg, cobalto- 300 mg, selénio- 100 mg, (BHT) (E321)- 100 mg e óxido de magnésio- 75000 mg; 4- MS- Matéria Seca; 5- PB- Proteína Bruta; 6- Extrato Etéreo; 7- NDF- Fibra em detergente neutro; 8- ADF- Fibra em detergente ácido; 9- ADL- Lenhina; 10- AG- Ácidos gordos.

Comparámos 4 dietas completas que foram formuladas de acordo com o que está descrito no Quadro 1. Para elaborar as dietas foram formulados 4 alimentos compostos específicos que foram utilizados em mistura com uma fenosilagem proveniente de uma mistura forrageira biodiversa (Speedmix, Fertiprado, Vaiamonte, Portugal) nas seguintes proporções (MS): 60% de fenosilagem: 40 % de alimento composto (dietas 60C, 60S e 60SG); 75 % de fenosilagem: 25% de alimento composto (dieta 75SG). Para isso usou-se um misturador vertical fixo (Mammut, Gurten, Austria). Na dieta 60C o

alimento composto foi formulado utilizando cereais como principal fonte energética. Nas dietas 60S, 60SG e 75SG os cereais no alimento composto foram substituídos em 50 % por uma mistura de subprodutos agroindustriais: polpa de citrinos desidratada, polpa de beterraba desidratada e casca de soja, nas mesmas proporções. Na dieta 60SG a mistura de fenosilagem com o alimento composto correspondeu a 90 % da dieta total, uma vez que se incluiu 10 % MS como semente inteira de girassol. Na dieta 75SG a mistura correspondeu a uma proporção de fenosilagem e alimento composto de 75 : 25, mantendo-se a suplementação com semente inteira de girassol referida para a dieta 60SG.

3.4. Maneio durante o ensaio

O ensaio teve a duração média de 5 meses, tendo os animais sido pesados quinzenalmente para acompanhamento do seu crescimento. O consumo de alimento foi determinado, diariamente, através da pesagem das quantidades oferecidas e recusadas. Foi ainda distribuído feno, correspondendo a 20% da quantidade de alimento fornecido no mesmo dia. Os parques onde estavam instalados foram lavados diariamente.

3.5. Abate

No final do ensaio, os animais foram pesados e transportados para o Matadouro Regional do Ribatejo, em Santarém, na manhã do dia do abate, tendo sido insensibilizados e abatidos com a maior brevidade possível e de acordo com a legislação de proteção dos animais no momento do abate (Council, 2009).

Após a sua preparação, as carcaças foram pesadas para obter o peso da carcaça quente (PCQ), foram classificadas para conformação e acabamento, de acordo com o sistema de classificação da UE e em seguida, foram refrigeradas em câmara de ambiente controlado a 0 °C.

As carcaças foram desmanchadas 48 horas depois do abate na Unidade de Processamento de Carcaças da Montalvo em Torres Novas. Nessa altura foi medida na região lombar a cor da gordura subcutânea com recurso a um colorímetro CR-400 (Konica Minolta, Japan) (AMSA, 2012) e foram recolhidas amostras do músculo *Longissimus lumborum* (LL) entre as vértebras L3 e a L6 para avaliação dos parâmetros físicos de qualidade da carne nos dias 3 e 14 pós-abate. Neste dia, a cor da

carne foi medida numa amostra. Após medição da cor, as amostras de carne foram embaladas e congeladas a -20°C para determinação das perdas por cozedura, força de corte e pH aos 3 dias pós-abate. As restantes amostras, foram embaladas a vácuo, armazenadas e refrigeradas a 2°C até dia 14 após o abate, para medição de cor e processamento das restantes análises.

3.6. Análises laboratoriais

As diferentes dietas do ensaio foram analisadas para MS, EE, PB de acordo com ISO 6496 (1999) e ISO 5983-1 (2007), respetivamente. O amido e o açúcar foram determinados segundo Clegg (1956), NDF segundo a norma ISO 5983-1 (2007), ADF e ADL foram determinadas conforme a norma ISO 16472 (2013), de modo a poder ser determinada a ingestão diária de cada nutriente pelos animais.

A cor da carne foi avaliada segundo o sistema CIELAB (L^* - luminosidade; a^* - índice de vermelho e b^* - índice de amarelo), usando um colorímetro CR-400 (Konica Minolta, Japan). Com base nas coordenadas da cor, os valores de croma (C^*) e tom (H^*), foram calculados da seguinte maneira: $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ e $\tan^{-1}(b^*/a^*) \times (180/\pi)$, respetivamente (AMSA, 2012). A estabilidade da cor foi avaliada através do índice de variação da cor da carne entre os 3 e os 14 dias pós-abate $\Delta E_{14\text{dias pós-abate}} = ((L^*_{14\text{dias}} - L^*_{3\text{dias}})^2 + (a^*_{14\text{dias}} - a^*_{3\text{dias}})^2 + (b^*_{14\text{dias}} - b^*_{3\text{dias}})^2)^{1/2}$.

As perdas por cozedura, força de corte e pH foram avaliados em 2 diferentes tempos (3 e 14 dias pós-abate dos animais), para avaliação de possíveis efeitos das dietas dos animais nestes parâmetros indicativos de qualidade da carne ao longo do tempo de maturação da mesma. O procedimento foi dividido em 2 partes:

1ª Parte

Procedeu-se ao descongelamento das amostras de carne durante 24 horas à temperatura ambiente, que foram pesadas e secas. De seguida, recorreu-se ao potenciómetro (Yokogawa Electric Corporation, Model PH83), com elétrodos de penetração, para medição do pH de cada amostra. O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4 e 7. A carne foi cortada de modo a ficar com formato paralelepípedo, realizando novamente as pesagens de cada uma.

Posteriormente realizou-se a cozedura da carne, em sacos de plástico imersos num banho com água a 80°C, com controlo de temperatura da água com auxílio dos termopares (Termômetro Omega RDXL4SD, Manchester, EUA). Quando a temperatura interna das amostras atingiu os 75°C, os sacos foram retirados e as amostras foram colocadas numa tigela de plástico em contacto com água fria corrente.

Após o arrefecimento, foram colocadas num tabuleiro com papel absorvente por baixo e papel de alumínio por cima e inseridas no frigorífico a 2°C.

2ª Parte

No dia seguinte, as amostras foram de novo pesadas e o peso foi registado. A relação entre a diferença entre os pesos das amostras antes e depois de cozinhadas e o peso antes de cozinhar, expresso em percentagem foi utilizado para determinar as perdas de água por cozedura.

Seguidamente, as amostras foram limpas do tecido conjuntivo externo e cortadas grosseiramente em pedaços. Com a ajuda de uma bitola, procedeu-se ao corte de cada pedaço, de modo a ficarem com secção quadrada com 1 cm de lado e comprimento mínimo de 3 cm, permitindo assim a avaliação da força de corte.

A força de corte foi determinada usando um texturómetro Stable Micro Systems TA.XT Plus Texture Analyser (Surrey, UK), equipado com uma lâmina Warner-Bratzler. O aparelho foi calibrado com um peso de 5 kg, e a velocidade de cada análise de 2 mm/s, ao longo de 25 mm. Os dados foram registados num software específico (Texture Analyser, TAXT Plus, Stable Micro Systems).

3.7. Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o programa SAS (Statistical Analysis System) e segundo uma análise de variância (ANOVA) considerando os 4 tratamentos em estudo através do Modelo Proc Mixed. As análises referentes aos pesos vivo ao abate e das carcaças quentes e frias foram ajustados ao peso inicial dos animais. Para obter os valores médios para cada tratamento foram utilizadas as LSMeans do programa SAS, sendo as comparações feitas para um valor de $P < 0.05$.

Para a determinação do ganho médio diário, foram consideradas no modelo, como medidas repetidas no mesmo animal, as diferentes pesagens individuais realizadas ao longo do ensaio. A significância estatística foi estabelecida para $P < 0.05$.

4. Resultados e discussão

Como foi referido anteriormente, o objetivo principal deste estudo foi avaliar o efeito da redução de amido, da inclusão de semente de girassol e do nível de inclusão da forragem em dietas baseadas em fenosilagens de alto valor alimentar, no desempenho produtivo de novilhos cruzados Charolês x Alentejana, na qualidade das carcaças e da carne produzidas.

Foram utilizados três tipos de subprodutos: polpa desidratada de citrinos e beterraba e casca de soja. De acordo com outros estudos, estes mostraram que a substituição dos cereais por subprodutos, em até 35% da fração de concentrado da dieta é bem tolerada pelos ruminantes, sem efeitos na ingestão ou taxa de crescimento em novilhos (Ahoei *et al.*, 2011; Cuvelier *et al.*, 2006; Henrique *et al.*, 2004; Mueller *et al.*, 2011; Santos Silva *et al.*, 2020a; Tayengwa *et al.*, 2020). No entanto, os nossos resultados obtidos demonstram que a substituição dos cereais por subprodutos até 50% foi bem aceite pelos novilhos, sem impacto na ingestão de MS ou no GMD.

Os resultados das ingestões dos nutrientes encontram-se apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Valores das ingestões diárias nos 4 tratamentos em estudo.

Ingestão	Dieta				EPM ¹	P
	60C	60S	60SG	75SG		
MS ₂ (g/dia)	8039.5	8258.2	7797.8	7228.2	358.22	0.180
PB ₃ (g/dia)	1270.8ab	1361.7b	1276.0b	1111.8a	57.78	0.037
GB ₄ (g/dia)	175.3a	170.9a	510.7b	505.9b	17.00	<0.001
NDF ₅ (g/dia)	2636.2	2943.8	2584.1	2564.3	118.67	0.109
ADF ₆ (g/dia)	1899.0	2148.7	1876.4	1945.8	87.24	0.126
ADL ₇ (g/dia)	238.4a	253.6a	289.3b	249.5a	5.98	<0.001
Amido (g/dia)	1460.7d	821.2c	719.5b	385.6a	45.03	<0.001
Açúcar (g/dia)	269.5a	414.3c	352.5b	259.5a	6.65	<0.001
MS (Kg/P ^{0.75})	91.5	92.4	89.1	85.6	2.30	0.213

1- Erro padrão da média; 2- Matéria Seca; 3- Proteína Bruta; 4- Gordura Bruta; 5- Fibra detergente neutro; 6- Fibra detergente ácido; 7- Lenhina detergente ácido.

O consumo de concentrado é o principal fator relacionado com o crescimento dos animais. O volume e a densidade energética dos alimentos podem afetar a sua ingestão voluntária pelos ruminantes pela ação de diversos mecanismos de regulação, em relação à capacidade dos compartimentos digestivos ou ao mecanismo metabólico de saciedade (Forbes, 2007).

Como podemos observar, existiram diferenças significativas nas ingestões de PB, GB, ADL, açúcar e amido.

Em dietas para ruminantes, os lípidos têm sido utilizados para aumentar a ingestão de energia, especialmente nos casos em que o consumo de MS não é suficiente para atender as exigências nutricionais dos animais (Palmquist, 1994). Contudo, devido à alta densidade energética dos lípidos, o seu uso na suplementação de dietas pode levar a uma redução da ingestão de MS (Palmquist, 1994). No entanto, no caso deste trabalho, a ingestão de MS não diferiu entre dietas ($P=0.180$) e a média global foi de 7830.9 ± 1141.40 g MS/dia e em relação à MS ingerida por unidade de peso metabólico, esta foi de 90.2 ± 11.28 kg/kg $P^{0.75}$ ($P=0.213$). Estes resultados poderão ser atribuídos à alta digestibilidade da fibra dos subprodutos utilizados na substituição dos cereais (polpa de citrinos, polpa de beterraba e casca de soja).

Em relação à ingestão de PB, os animais que foram alimentados com a dieta 75SG, obtiveram valores de ingestão menores do que os alimentados com as outras dietas (1111.8 g/dia vs 1270.8 ; 1361.7 ; 1276.0 g/dia, para as dietas 60Ce, 60Se e 60SG, respetivamente) ($P=0.037$). Isto pode dever-se ao facto de esta dieta, conter uma menor quantidade de concentrado e de este não incluir importantes fontes proteicas na sua composição como o bagaço de soja e bagaço de girassol, ao contrário das outras dietas.

Os resultados da ingestão em g/dia da GB foram bastante superiores nas dietas 60SG e 75SG em relação às restantes ($P<0.001$) (510.7 g/dia, para a dieta 60SG; 505.9 g/dia para a dieta 75SG vs 175.3 e 170.9 g/dia para as dietas 60Ce e 60S, respetivamente). Este resultado dever-se-á ao facto de as dietas 60SG e 75SG terem sido suplementadas com as sementes de girassol a 10% como fonte de suplementação lipídica, o que justifica esta diferença entre valores de ingestão de GB entre as dietas com e sem girassol.

Em relação aos carboidratos estruturais (ADL, NDF e ADF) a ingestão de ADL, que representa a fração de lenhina ingerida pelos animais, foi maior com a dieta 60SG, comparativamente a qualquer uma das outras dietas ($P<0.001$) (289.3 g/dia vs 238.4 ; 253.6 e 249.5 g/dia para as dietas 60Ce, 60S e 75SG, respetivamente). Esta dieta

conjugou a inclusão de subprodutos da agro-indústria contendo lenhina como a casca de soja e a inclusão de sementes de girassol, cuja casca também contém lenhina na sua composição (Subpromais, 2021) o que poderá justificar os resultados obtidos. Já os parâmetros NDF e ADF não foram influenciados pelas dietas, tendo apresentado médias globais de 2682.1 ± 402.06 ($P=0.109$) e 1967.5 ± 290.26 g ($P=0.126$), respectivamente.

Em relação aos carboidratos não estruturais (amido e açúcar), a dieta 60Ce foi a que resultou, na maior ingestão de amido ($P<0.001$) (1460.7 g/dia vs 821.2 ; 719.5 e 385.6 g/dia, para as dietas 60S, 60SG e 75SG, respectivamente). Como a fração de concentrado desta dieta continha 30% de cereais, que são a principal fonte de amido das dietas de ruminantes, este resultado foi de encontro ao expectável. Para as restantes dietas, a substituição dos cereais pelos subprodutos da agroindústria, resultou na redução da ingestão do amido, tendo sido esta acompanhada por um aumento na ingestão de açúcar. Como as polpas desidratadas de beterraba sacarina e de citrinos são ricas em açúcar (Subpromais, 2021), a dieta 60S foi então a que resultou na maior ingestão destes carboidratos ($P<0.001$) (414.3 g/dia vs 269.5 ; 352.5 e 259.5 g/dia, para as dietas 60Ce, 60SG e 75SG, respectivamente), devido à sua maior incorporação destes subprodutos.

No Quadro 3 seguem-se os resultados relacionados com os parâmetros produtivos ao longo do ensaio dos novilhos.

Quadro 3. Dados produtivos dos 4 tratamentos em estudo.

	Dieta				EPM ⁵	P-value
	60C ¹	60S ²	60SG ³	75SG ⁴		
GMD (g/dia)⁶	1590b	1553b	1564b	1347a	38.1	<0.001
Peso ao abate (kg)	498.9	507.8	504.3	468.2	13.34	0.324
ICA⁷	10.5	10.8	9.5	11.0	0.58	0.339
IC MS⁸	5.4	5.5	5.1	5.4	0.29	0.790

1-60 % Fenosilagem MS e cereais; 2 -60% fenosilagem MS subprodutos; 3 -2 -60% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol; 4 - 75% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol; 5 -Erro padrão da média; 6-Ganho médio diário; 7- Índice de conversão do alimento; 8- Índice de conversão da matéria seca.

Em relação ao GMD, existiram diferenças ($P<0.001$) entre tratamentos. Os resultados foram semelhantes nas dietas em que introduzimos a fenosilagem em 60% da MS (1590 ; 1553 e 1564 g/dia, para as dietas 60Ce, 60S e 60SG, respectivamente), mas

foram inferiores quando a fenosilagem foi incluída em 75% da MS oferecida aos animais (1347g/dia). Portanto, segundo os nossos dados, níveis de inclusão de fenosilagem acima de 60% (MS) poderão resultar em taxas de crescimento mais baixas. O valor médio reportado pela ACBRA (2021) para o para o GMD da raça Alentejana é de 1253 g/dia. Com base nestes valores, a genética pode ter influenciado, uma vez que neste trabalho foram utilizados animais cruzados com Charolês x Alentejana.

O peso ao abate não foi afetado pelas dietas ($P=0.324$) apresentando uma média global de 494.7 ± 44.55 kg. Estes valores são menores do que os referenciados por Santos-Silva *et al.* (2020a), em que novilhos puros da raça alentejana, que foram alimentados com uma dieta rica em forragem e com baixo teor em amido no concentrado. Contudo, os animais desse ensaio eram mais velhos e mais pesados no início do ensaio do que os do presente estudo, o que justifica as diferenças entre trabalhos.

O ICA e IC MS também não foram influenciados pelas dietas, apresentando médias globais de 10.4 ± 1.18 e de 5.4 ± 0.55 , respetivamente. É de notar que estes valores são mais baixos do que os referenciados por Santos-Silva *et al.* (2020a) para o mesmo tipo de dietas mistas (6.88 de IC MS), o que pode expressar uma melhor eficiência alimentar dos animais deste estudo.

A avaliação da conformação das carcaças é apresentada no Figura 4.

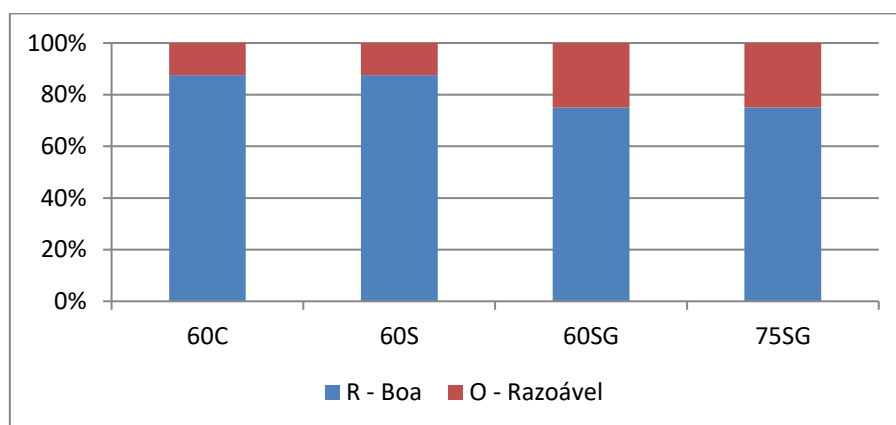


Figura 4: Qualidade das carcaças- conformação

Ao analisarmos este gráfico, encontramos duas classes de carcaça (R e O). A classe R corresponde uma carcaça de Boa conformação, o que significa um bom desenvolvimento muscular, enquanto a classe O representa uma carcaça de

conformação Razoável, apresentado um desenvolvimento muscular médio. Neste estudo, verificamos que a maioria das carcaças se encontra classificada como Boa, ou seja, em termos de conformação foram obtidas carcaças com um bom desenvolvimento da massa muscular.

Na figura 5 apresentamos outro parâmetro na qualidade das carcaças, que diz respeito ao acabamento.

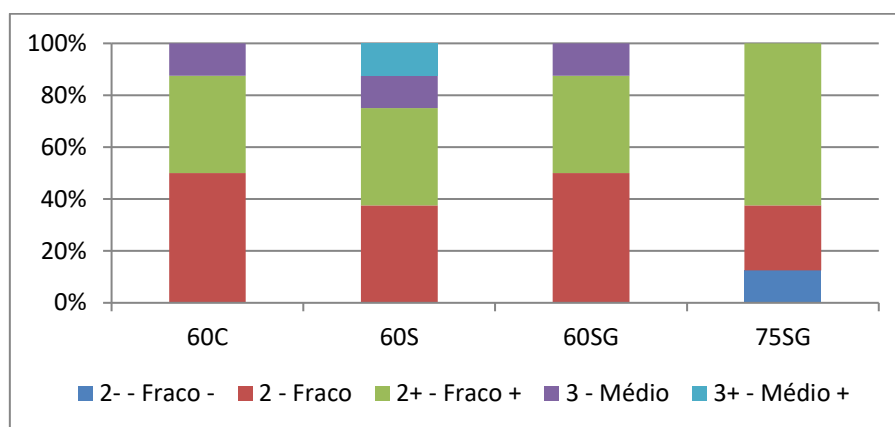


Figura 5: Qualidade das carcaças- acabamento

Como se pode observar, os valores situaram-se nas classes 2 e 3, ou seja, carcaças com quantidade de gordura subcutânea que correspondeu a carcaças Magras ou Médias, respetivamente. A maioria dos animais, para todas as dietas, encontravam-se entre o 2 e 2+, indicando que esta última estaria perto de uma classificação número 3. Todas as dietas, à exceção da 75SG, não obtiveram classificações 2-, e até a dieta 60S chegou a ter animais, cujo acabamento se encontrava na classe 3+. Portanto, esta última obteve maior variabilidade e maiores classificações. No entanto, a dieta 75SG obteve os resultados mais baixos e nenhum animal alimentado com este tratamento, chegou a classe 3 neste parâmetro. Ao verificar este gráfico, podemos considerar que incluir fenosilagem a 75% da MS nas dietas, poderá não ser o mais adequado em termos de acabamento da carcaça, tendo em conta as classificações obtidas face aos outros tratamentos.

No Quadro 4 apresentam-se os resultados relativos às características de carcaça de novilhos e cor da gordura subcutânea nos 4 tratamentos em estudo.

Quadro 4. Características de carcaça de novilhos e cor da gordura subcutânea nos 4 tratamentos em estudo.

	Dieta				EPM5	P
	60C ¹	60S ²	60SG ³	75SG ⁴		
PCQ ⁶ (kg)	288.0	294.7	290.1	271.6	8.16	0.239
PCF ⁷ (kg)	282.3	288.8	284.4	266.2	7.99	0.236
Rendimento Carcaça (%)	56.7	56.8	56.4	56.7	0.67	0.977
Cor da gordura subcutânea						
L*	73.2	71.5	73.5	73.4	0.90	0.394
a*	5.1	5.5	4.7	4.7	0.76	0.845
b*	10.1	11.4	9.6	10.4	0.77	0.459
C*	11.5	12.7	10.8	11.5	0.97	0.574
H*	63.2	64.9	64.2	66.8	2.33	0.728

1-60 % Fenosilagem MS e cereais; 2 -60% fenosilagem MS subprodutos; 3 -2 -60% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol; 4 - 75% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol; 5 -Erro padrão da média; 2- Peso carcaça quente; 3- Peso carcaça fria.

Os pesos da carcaça quente ($P=0.239$) e fria ($P=0.236$) não foram afetados pela dieta, apresentando médias globais de 286.1 ± 25.79 kg para o PCQ e 280.4 ± 25.28 kg para o PCF.

No rendimento da carcaça, também não existiram diferenças significativas entre tratamentos ($P=0.977$), tendo uma média global de 56.7 ± 1.83 %. Os nossos resultados são superiores em relação aos valores de Santos-Silva *et al.* (2020a), com novilhos puros alentejanos, sendo que estes obtiveram uma média de rendimento da carcaça de $53.9 \pm 0.43\%$. Esta diferença pode ter a ver com o facto de os nossos animais serem cruzados, e por isso apresentarem rendimento de carcaça superior.

As dietas não afetaram os parâmetros da cor da gordura subcutânea, correspondendo a uma média global de 72.9 ± 2.57 para o L* ($P=0.394$), 5.0 ± 2.09 para o a* ($P=0.845$), 10.4 ± 2.16 para o b* ($P=0.459$), 11.6 ± 2.71 para o C* ($P=0.574$) e 64.8 ± 6.41 para o

H* ($P=0.728$). O valor de b^* é o parâmetro mais importante para a medição da cor da gordura subcutânea, devido à possibilidade de aparecimento de um tom amarelado (Rodrigues, 2007). Apesar da alta incorporação de fenosilagem nas dietas, o nosso valor médio é semelhante ao obtido por Dunne *et al.* (2006), em novilhas alimentadas à base de concentrado ($b^*=10.35$) e mais baixo do que foi obtido para novilhas alimentadas com dietas ricas em forragem ($b^*=13.47$), o que significa que a cor da gordura subcutânea dos animais deste ensaio não foi negativamente afetada pela alta incorporação de fenosilagem nas dietas e não seria penalizada pelo mercado.

Os resultados do Quadro 5 são relativos à cor do músculo LL medida nos dias 3 e 14 *pm*.

Quadro 5. Cor do músculo *Longissimus lumborum* avaliado em 2 tempos (3 e 14 dia post-mortem).

	Dieta				Dias post mortem		P		
	60C ¹	60S ²	60SG ³	75SG ⁴	3	14	Dieta	Dias pm	Dieta x Dia pm
L^*	41.81 1.124	43.06 1.124	44.13 0.330	42.19 1.124	41.97 0.517	43.63 0.517	0.110	<0.001	-
a^*	18.11 0.900	17.12 0.900	19.09 0.381	17.54 0.900	16.96 0.461	18.96 0.461	0.135	<0.001	-
b^*	11.32 0.730	11.07 0.730	12.33 0.189	10.98 0.730	10.62 0.342	12.22 0.342	0.098	<0.001	-
C^*	21.36 1.126	20.40 1.126	22.74 0.394	20.71 1.126	20.03 0.556	22.57 0.556	0.106	<0.001	-
H^*	31.88 0.573	32.78 0.573	32.92 0.573	31.77 0.573	30.18 0.405	30.57 0.405	0.358	0.151	-
ΔE	4.44 0.745	4.14 0.745	4.02 0.745	3.67 0.745			0.906		

1-60 % Fenosilagem MS e cereais; 2 -60% fenosilagem MS subprodutos; 3 -2 -60% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol; 4 - 75% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol 5 -Erro padrão da média; 2- Peso carcaça quente; 3- Peso carcaça fria.

O ΔE (14 dias) foi avaliado pela diferença cumulativa dos parâmetros L^* , a^* e b^* entre os 14 e os 3 dias *pm*. Para o dia 3 *pm*, a média global dos parâmetros L^* , b^* e H^* foi de 42.0 ± 2.66 , 10.6 ± 1.61 e 31.9 ± 2.21 , não tendo estes sido afetados pela dieta ($P=0.567$).

para o L^* ; $P=0.126$, para o b^* e $P=0.799$, para o H^*). Quanto aos parâmetros a^* e C^* , estes foram afetados pelos tratamentos ($P=0.039$ e $P=0.047$, respectivamente). A carne dos animais alimentados com a dieta 60SG era mais avermelhada do que a dos animais das dietas 60S e 75 SG, o que foi confirmado com o seu valor de a^* mais elevado. A carne dos animais alimentados com a dieta 60S como consequência dos valores mais baixos de a^* (15.9) apresentou um valor de C^* (18.9) também mais baixo em relação à dos animais alimentados com as outras dietas. Quanto ao dia 14 *pm*, não existiram diferenças significativas entre parâmetros, tendo obtido uma média global de 43.5 ± 3.24 para L^* ($P=0.255$), 18.8 ± 3.07 para a^* ($P=0.881$), 12.1 ± 2.20 para b^* ($P=0.785$), 22.4 ± 3.68 para C^* ($P=0.865$) e 32.7 ± 2.37 para H^* ($P=0.484$), sendo os nossos valores semelhantes aos referidos por Santos-Silva *et al.* (2020a) para o mesmo músculo e dia 18 *pm* ($L^*=43.2$, $a^*=18.1$, $b^*=12.1$, $C^*=21.8$ e $H^*=33.9$).

A cor é uma característica importante em relação à qualidade da carne e é fundamental na decisão do consumidor na altura da compra (Santos-Silva *et al.*, 2020a). Holman *et al.* (2017) descreveu o valor de a^* como o melhor preditor da aceitabilidade da cor da carne bovina por parte dos consumidores, com um limite inferior de 14.5. Em relação a este parâmetro podemos verificar que apesar do valor inferior no dia 3 *pm* para a dieta 60S, o mesmo se encontra claramente acima deste limiar, o que significa que com grande probabilidade não iria afetar a escolha do consumidor no ato da compra da carne dos animais alimentados com esta dieta. Por outro lado, provavelmente, os consumidores poderiam demonstrar alguma preferência pela carne dos animais alimentados com a dieta 60SG, uma vez que apresenta um maior grau de luminosidade e uma cor mais vermelha, comparativamente à resultante das outras dietas.

Os valores registados do dia 3 para o dia 14 *pm*, cor do músculo LL de todas as dietas, aumentaram para todos os parâmetros exceto para o H^* ($P=0.358$) o que está de acordo com o espetável dadas as alterações que a cor da carne sofre durante o processo de maturação (Almeida, 2008). O valor de H^* ao longo do tempo é um bom indicador da descoloração da carne ao longo do tempo de maturação (Luciano *et al.*, 2009), que neste caso não se observou. Quanto maior a cor vermelha da carne, maior é o a^* e consequentemente maior é o C^* , pois carnes vermelhas apresentam uma cor mais viva (Almeida, 2008).

As alterações associadas aos parâmetros L^* , a^* e b^* , durante o armazenamento, podem ser expressas pelo parâmetro variação global da cor da carne, designado por ΔE (Mancini e Hunt, 2005) e segundo Abril *et al.* (2011), valores de ΔE acima de 6 são

facilmente distinguíveis a olho nu. No nosso caso, os valores de ΔE obtidos entre os 14 dias e os 3 dias *pm* foram largamente abaixo de 6 para todas as dietas, apresentando uma média global de 4.0 ± 2.02 , indicando que as mudanças na cor do músculo LL foram pequenas e dificilmente perceptíveis para o consumidor.

Os resultados das perdas de água por cozedura e de força de corte avaliadas nos dia 3 e 14 *pm* encontram-se apresentados no Quadro 6.

Quadro 6. Medida de resistência da carne ao corte avaliada em 2 tempos (3 e 14 dias post-mortem).

	Dieta				Dias post mortem		P		
	60C ¹	60S ²	60SG ³	75SG ⁴	3	14	Dieta	Dia pm	Dieta x Dia pm
Perdas de água	30.7	31.2	29.7	30.7	30.5	30.7	0.231	0.647	-
por cozedura (%)	0.51	0.51	0.51	0.51	0.36	0.36			
Força de corte	4.99	4.25	5.10	5.12	5.32	4.41	0.381	<0.001	-
(kg/cm ²)	0.430	0.398	0.398	0.398	0.223	0.223			

1-60 % Fenosilagem MS e cereais; 2 -60% fenosilagem MS subprodutos; 3 -2 -60% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol; 4 - 75% fenosilagem MS, subprodutos e 10% de girassol

As perdas por cozedura não foram afetadas pelos tratamentos, tendo-se obtido um valor médio global de 30.4 ± 1.78 % no dia 3 *pm* ($P=0.485$) e 30.7 ± 2.30 % no dia 14 *pm* ($P=0.405$). Carolino (2015) obteve uma média de 28.7% para a raça bovina Alentejana, tal como Santos-Silva *et al.* (2020a), que avaliou as perdas por cozedura nos dias 4, 10, 18 e 28 dias *pm*. No entanto, se focarmos nos dois primeiros tempos de maturação, ou seja, 4 e 10 dias *pm*, observamos médias de 28.8 e 30.1%, respetivamente, o que corresponde a valores semelhantes aos nossos resultados, nos diferentes dias *pm*.

Os valores de força de corte não foram afetados pelas dietas, e nos dias 3 ($P=0.285$) e 14 *pm* ($P=0.534$) apresentaram uma média global de 5.32 ± 0.115 e 4.36 ± 0.128 Kgf, respetivamente. A tenrura é uma característica sensorial muito valorizada pelos consumidores. A força de corte procura traduzir esta característica, ou seja, é a força que é necessária para cortar as amostras. Ao fazer a maturação da carne, há uma evolução muito rápida da tenrura, que significa a diminuição da força de corte. De acordo com Bellew *et al.* (2003), os valores de força de corte que obtivemos são

classificados como resistentes, pois, são superiores ao limiar de 4.6 Kgf considerado por estes autores. A tenrura da carne pode depender de alguns fatores, tais como o tempo de maturação, raça, idade, tipo de músculo, sexo e temperatura (Dransfield *et al.*, 2003). Para a raça bovina Alentejana, Silva (1996) obteve um valor mais elevado do que o nosso, 6.2 Kgf, ou seja, a carne obtida também foi classificada, segundo a escala de Bellew *et al.* (2003), como resistente. No entanto, Santos-Silva *et al.* (2020 a), com novilhos alentejanos puros e Santos-Silva *et al.* (2020 b), com novilhos cruzados Limousine x Alentejana (15 fêmeas e 16 machos), com a mesma idade do que os deste ensaio e também testando a incorporação de fenosilagens biodiversas na dieta dos animais, obtiveram para o mesmo músculo valores de força de corte inferiores aos nossos (3.2 Kgf), o que corresponde a carnes consideradas como muito tenras.

A composição química da carne é descrita no Quadro 8.

Quadro 7. Composição química da carne de novilhos nos diferentes tratamentos.

	Tratamento				EPM ¹	P-value
	60C	60S	60SG	75SG		
Matéria Seca (%)	24.3	24.3	24.8	23.6	0.35	0.166
Proteína (%)	22.5	22.2	22.4	21.7	0.28	0.227
Gordura intramuscular (%)	2.02	2.28	2.41	2.21	0.232	0.690
pH	5.88	5.81	5.71	5.88	0.070	0.535

1- Erro padrão da média.

Como podemos verificar, não existiram efeitos significativos das dietas. A média entre tratamentos para os seguintes parâmetros foram 24.3 ± 1.17 % para a MS ($P=0.166$), 22.2 ± 0.84 % para a proteína ($P=0.227$) e 2.23 ± 0.590 % para a gordura intramuscular ($P=0.690$). Simões (2006) comparou a MS, proteína e gordura

intramuscular, do músculo *Longissimus dorsi* de diferentes raças de bovinos autóctones. Para a raça Alentejana obteve valores ligeiramente superiores aos nossos resultados, apresentando 26.9% para a MS, 22.9% para a proteína e 2.7% para a gordura intramuscular. A diferença entre trabalhos poderá ter a ver com o facto dos animais do trabalho de Simões (2006) terem sido alimentados com uma dieta incorporando silagem de milho suplementada com bagaço de girassol *ad libitum*, concentrado de milho e cevada e, portanto, com maior densidade energética do que as nossas dietas.

Um dos objetivos da suplementação lipídica das dietas de ruminantes é a valorização nutricional da gordura da carne, estimulando a deposição de AG que são específicos do metabolismo digestivo dos ruminantes e que são reconhecidos como favoráveis à saúde humana. De acordo com a Food Advisory Committee (1990), carnes com baixo teor de gordura, tendo valores de gordura intramuscular inferiores a 5%, são consideradas carnes magras. As carnes provenientes de bovinos de raça Alentejana geralmente apresentam teores baixos de gordura intramuscular (Costa *et al.*, 2015; Santos-Silva *et al.*, 2020a) o que as faz incluir nessa designação. Sendo assim, os resultados obtidos relativamente a este parâmetro nutricional da qualidade da carne encontram-se de acordo com o esperado dado o genótipo dos animais deste ensaio.

Relativamente ao pH da carne, segundo a classificação de Silva *et al.* (1999), este parâmetro é considerado normal quando se situa entre 5.5 e 5.8. Neste estudo, as dietas não influenciaram o pH da carne ($P=0.535$), tendo sido o valor médio determinado, 5.80 ± 0.200 . Deste modo, os resultados indicam que no geral as carnes produzidas apresentavam valores de pH considerados dentro da normalidade. Os nossos resultados estão ainda de acordo com o valor de pH da carne médio (5.78 ± 0.017) referido por Santos-Silva *et al.* (2020a), no seu ensaio com novilhos alentejanos.

5. Conclusões

Com base neste estudo, podemos entender que a utilização de dietas com elevada proporção de fenosilagens de boa qualidade na produção de novilhos poderá ser uma forma interessante de melhorar a sustentabilidade económica dos sistemas de produção de carne de bovino. Contudo, a incorporação de 60% de fenosilagem nas dietas, associada ou não aos subprodutos da agro-indústria na fração de concentrado das dietas,

parece ser uma solução mais vantajosa para o desempenho produtivo dos animais do que o nível de inclusão de 75% de fenosilagem.

A performance produtiva dos animais não foi comprometida quando as fenosilagens foram incluídas a 60% da MS nas dietas, tendo-se obtido índices de desempenho animal satisfatórios. Quanto ao produto, com este nível de inclusão de fenosilagem, foram produzidas carcaças de conformação regular e com uma quantidade de gordura equilibrada, entre as classes 2 e 3, o que está de acordo com o pretendido pelo mercado português que valoriza carcaças com níveis intermédios de gordura.

Quanto à qualidade da carne produzida, não se verificou qualquer impacto negativo dos tratamentos sobre a mesma, e como tal, poderemos preconizar que a carne produzida com qualquer uma das dietas em estudo seria bem aceite pelos consumidores portugueses.

6. Referências Bibliográficas

Abril, M., Campo, M. M., Onenç, A., Sañudo, C., Albertí, P. e Negueruela, A. I. (2001). *Beef colour evolution as a function of ultimate pH*. Meat Science, vol.58, 69-78 pp.

ACBRA (2021). Associação dos Criadores de bovinos da Raça Alentejana. Portugal. <https://www.bovinoalentejano.pt/> consultado no dia 30 de agosto de 2021.

Ahooei, G. R., Forough, A. r., Tahmasbi, A. M., Shahdadi, A. R. e Valkili, R. (2011). *Effects of different levels of dried citrus pulp and urea o performance of fattening male calves*. Journal of Animal and Veterinary Advances, vol.10, 1811-1816 pp.

Almeida, J. M. (2008). *Produção de Carne de Bovino Mertolenga. Influência do fenótipo da raça, de fatores de produção e de manejo ante e post-mortem na variação da qualidade intrínseca e comercial da carne*. Tese de Doutoramento em Ciências dos Alimentos, Universidade de Évora, Évora, 352 pp.

Alves, A. R., Pascoal, L. A. F., Cambuí, G. B., Trajano, J. S., Silva, C. M., Gois, G. C. (2016). *Fibra para ruminantes: Aspeto nutricional, metodológico e funcional*. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, Brasil, 12 pp.

AMSA (2012). *Meat color measurement guidelines*. Champaign, IL: American Meat Science Association.

Andrighetto, C., Jorge, A. M., Nasser, M. D., Maesta, S. A., Rodrigues, E., Francisco, C. L. (2010). *Características químicas e sensoriais da carne bovina*. PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, Brasil, 11 pp.

Aquino, L. A., Puiatti, M., Pereira, P. R. G., Pereira, F. H. F., Ladeira, I. R., Castro, M. R. S. (2006). *Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio*. Horticultura Brasileira vol.24, 199-203 pp.

Araújo, A. F. (2011). *Avaliação da composição físico-química do músculo de vitelos da raça Cachena em modo de produção biológico e convencional*. Dissertação de Mestrado em Agricultura Biológica, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Ponte de Lima, 104 pp.

Araújo, J. P., (2005). *Caracterización etnológica, genética y productiva de la raza bovina Minhota*. Phd Tesis, Universidad de Santiago de Compostela (USC).

Archer, B. M. O. S. S. (2013). *Sistemas de produção de bovinos de carne: Engorda intensiva de novilhos*. Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, 46 pp.

APCBRC (2021). *Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa* Caracterização da Raça. <https://www.charoles.com.pt/> consultado no dia 30 de agosto de 2021.

Bampidis, V. A. & Robinson, P. H. (2006). *Citrus by-products as a ruminant feeds: a review*. Animal Feed Science and Technology, vol.128, 175-217 pp.

Barata, A. G. (2013). *Estudo das características da carcaça de bovinos em modo de produção biológico no Alentejo*. Tese de Mestrado em Agricultura Biológica, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 51 pp.

Becker, T. (2002). Defining meat quality. Em: *Meat Processing. Improving Quality*, J. Kerry, J. Kerry, e D. Ledward (Eds.). Woodhead Publishing Limited. Cambridge, 3-24 pp.

Belew, J. B., Brooks, J. C., McKenna, D. R. e Savell, J. W. (2003). *Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles*. Meat Science, vol.64, 507-512 pp.

Bett, K. L., e Grimm, C. C. (1999). *Flavour and aroma - its measurement*. Em: *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series*. Volume 9, A. M. Pearson, e T. R. Dutson (Eds.). An Aspen Publication. Maryland, 202-221 pp.

Bridi, A. M. (2009). *Importância dos aspetos físicos e químicos na qualidade da carne*. Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Brasil, 14 pp.

Cabrero, M. (1991). *La estructura y la composición de la canal como determinantes de su calidad. La calidad de las canales vacunas*. Bovis, 38, 9-37 pp.

Calder, P. C. (2012). *Mechanisms of action of (n- 3) fatty acids*. The journal of Nutrition, Supplement: Heart Healthy Omega-3s for food- Stearidonic Acid (SDA) as a Sustainable Choice, 592S-599S pp.

Calkins, C. R., e Hodgen, J. M. (2007). *A fresh look at meat flavor*. Meat Science, vol.77, 63-80 pp.

Carita, T. (2018). *Conservação de forragens*. Pastagens e Forragens, Escola Superior Agrária de Santarém, 51 pp.

Carolino, M. I. A. C. M. (2015). *Influências genéticas nas características da carcaça e carne em bovinos*. Tese de Doutoramento em Ciências Veterinárias – Especialidade de Produção Animal. Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, 240 pp.

Carolino, M. I., Rodrigues, M. I., Bressan, M. C., Carolino, N., Espadinha, P., ACBM e Telo da Gama, L. (2009). *pH e força de corte da carne de bovinos alentejanos e mertolengos*. Archivos de Zootecnia, vol.58, Universidad de Córdoba, Espanha, 581-584 pp.

Clegg, K. M (1956). *Determinação de açúcares totais e amido em alimentos para animais*. J. SCI. Food Agric, vol.7, 40 pp.

Cortez, P. P. (2018). *Exognósia e Maneio Animal. Bovinos de carne*. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, 15 pp.

Costa, P., Simões, J. A., Costa, A. S. H., Lemos, J. P. C., Navas, D., Hocquette, J. F., Bessa, R. J. B. (2015). *Repercussions of growth path on carcass characteristics, meat colour and shear force in Alentejana bulls*. Animal, vol.9, 1414–1422 pp.

Costa, P. J. (2008). *Estudo da fração lipídica das carnes Mertolenga – DOP e Barrosã – DOP*. Tese de Doutoramento em Ciência Animal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 358 pp.

Costa, S. B. M.; Ferreira, M. A.; Pessoa, R. A. S.; Batista, A. M. V.; Ramos, A. O.; Conceição, M. G.; Gomes, L. H. S. (2012). *Tifton hay, soybean hulls, and whole cottonseed as fiber source in spineless cactus diets for sheep*. Tropical Animal Health Production, vol.44, 1993-2000 pp.

Council, E. U. (2009). *Council Regulation (EC) No 1099/2009 of 24 September 2009 on the protection of animals at the time of killing*. Official Journal of the European Union, L303, 1-30 pp.

Crespo, D. G. (2006). *O Papel das Pastagens Biodiversas Ricas em Leguminosas na Reabilitação da Agricultura Alentejana e na Qualidade dos seus Produtos Tradicionais.* Ruraltec, Universidade de Évora, Évora, 308 pp.

Cross, H.R. (1994). *Características organolépticas de la carne.* In: Price, J. F., Schweigert, B. S. (Eds.). *Ciência de la carne y de los productos cárneos.* Acribia, 279-294 pp.

Cunha, M. S. (2018). *Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de beterraba sob diferentes substratos.* Trabalho de conclusão de curso em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 28 pp.

Cuvelier, C., Clinquart, A., Hocquette, J. F., Cabaraux, J. F., Dufrasne, I., Istasse, L. e Hornick, J. L. (2006). *Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds.* Meat Science, vol.74, 522-531 pp.

Dentinho, M. T. P., Guerreiro, O., Cachucho, L., Costa, C., Paulos, K., Santos Silva, J. e Jerónimo, E. (2021). *Subprodutos agroindustriais mediterrânicos com potencial para a utilização na alimentação animal.* Vida Rural, Circularidade, Portugal, 7 pp.

Dransfield, E., Martin, J.F., Bauchart, D., Abouelkaram, S., Lepetit, J., Culioli, J. et al., (2003). *Meat quality and composition of three muscles of French cull cows and young bulls.* Animal Science, vol.76, 387-399 pp.

Dunne, P. G., Monahan, F. J., O'Mara, F. P. e Moloney, A. P. (2008). *Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history.* Meat Science, vol.81, 28-45 pp.

Dunne, P. G., O'Mara, F. P., Monahan, F. J. e Moloney, A. P. (2006). *Changes in colour characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and M.*

Longissimus dorsi of heifers fed grass, grass silage or concentrate-based diets. Meat Science, vol.74, 231-241 pp.

Esteves, M. P. L. (2016). *O consumo de carne bovina em Portugal no contexto da sua cadeira de valor: os casos da carnalentejana DOP e carne em modo de produção biológico.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica/Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, 171 pp.

Euclides Filho, K. (2000). *Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado.* Campo Grande, Embrapa, CNPGC, 85 pp.

Euclides Filho, K. (2010). *A pecuária de corte no cerrado brasileiro.* Brasília, Embrapa Cerrados, 30 pp.

Fadel, J.G. (1999). *Quantitative analyses of selected plant by-product feedstuffs, a global perspective.* Animal Feed Science and Technology, vol.79, 255-268 pp.

Ferrão, S. P. B. (2006). *Características morfológicas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros.* Tese de Doutorado em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 189 pp.

Ferreira, S. O. (2015). *Influência da dieta alimentar e composição nutricional no desempenho produtivo na criação de novilhas.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrônoma, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 83 pp.

Filho, K. E. (2004). *Supply chain approach to sustainable beef production from a Brazilian perspective.* Livestock Production Science, 90 pp.

Food Advisory Committee (1990). *Report on review of food labelling and advertising.* London.

Forbes, J. M. (2007). *Voluntary food intake and diet selection in farm animals.* Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire OX10 8DE Cambridge, MA 02139, UK: CABI Head Office CABI, 461 pp.

Francisco, A., Dentinho, M.T., Alves, S.P., Portugal, P.V., Fernandes, F., Sengo, S., Jerónimo, E., Oliveira, M.A., Costa, P., Sequeira, A., Bessa, R.J.B., Santos-Silva, J. (2015). *Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented with increasing levels of a tanniniferous bush (Cistus ladanifer L.) and vegetable oils.* Meat Science, vol.100, 275-282 pp.

Francisco, A., Alves, S.P., Portugal, P.V., Pires, V.M.R., Dentinho, M.T., Alfaia, C.M., Jerónimo, E., Prates, J.A.M., Santos-Silva, J. & Bessa, R.J.B. (2016). *Effect of feeding lambs with a tanniferous shrub (rockrose) and a vegetable oil blend on fatty acid composition of meat lipids.* Animal, 2061-2073 pp.

Francisco, A., Alves, S.P., Portugal, P.V., Dentinho, M.T., Jerónimo, E., Sengo, S., Almeida, J., Bressan, M.C., Pires, V.M.R., Alfaia, C.M., Prates, J.A.M., Bessa, R.J.B. & Santos-Silva, J. (2018). *Effects of dietary inclusion of citrus pulp and rockrose soft stems and leaves on lamb meat quality and fatty acid composition.* Animal, vol. 12, 872-881 pp.

Francisco, A. E. (2016). *Enhancing bioactive fatty acids of the meat from lambs reared in intensive systems through nutritional modulation.* Tese de Doutoramento em Ciências Veterinárias, Especialidade de Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, Lisboa, 179 pp.

Freitas, L. S. (2012). *Fontes de carboidratos para terminação de bovinos de corte: Desempenho e características da carcaça e da carne.* Tese de Doutoramento em Zootecnia, área de concentração: Produção Animal, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, 154 pp.

Garcia Filho, D. P. (1999). *Análise de diagnóstico de sistemas agrários – Guia metodológico.* INCRA/FAO, 65 pp.

Gentil, R. S.; Susin, I.; Pires, A. V.; Ferreira, E. M.; Mendes, C. Q.; Almeida, O. C.; Queiroz, M. A. A. (2011). *Metabolismo de nutrientes em ovinos alimentados com*

casca de soja em substituição ao feno de coastcross. Revista Brasileira de Zootecnia, vol.40, 2835-2843 pp.

Gomes, I. P. O.; Thaler Neto, A. ; Medeiros, L. A.; Orsolin, V.; Peres Neto, E.; Semmelmann, C. E. N. (2012). *Níveis de casca de soja em rações concentradas para bezerros de raças leiteiras*. Archives of Veterinary Science, vol.17, 52 – 57 pp.

Gonçalves, L. C., Borges, I., Ferreira, P. D. S. (2009). *Alimentos para gado de leite*. FEPMVZ- Editora, Belo Horizonte, 576 pp.

GPP (2020). *Análise Setorial Carne de Bovino*. Gabinete de Planejamento, Políticas e Administração Geral, 28 pp.

Henrique, W., Amstalden, A., Sampaio, M., Leme, P. R., Lanna, P. D., Alleoni, G. F. e Coutinho, V. (2004). *Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada*. Revista Brasileira de Zootecnia, vol.33, 463-470 pp.

Hess, B. W., Moss, G. E. e Rule, D. C. (2008). *A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep*. Journal of Animal Science, vol.86, E188-E204 pp.

Holman, B. W. B., Van de Ven, R. J., Mao, Y., Coombs, C. E. O. e Hopkins, D. L. (2017). *Using instrumental (CIE and reflectance) measures to predict consumers acceptance of beef colour*. Meat Science, vol.127, 57-62 pp.

Imaizumi, H. (2005). *Suplementação proteica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento*. Teste de Doutorado em Agronomia, área de concentração: Ciência Animal e Pastagens, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 196 pp.

INE (2021). *Recenseamento agrícola 2019*. Instituto Nacional de Estatística, 166 pp.
[Portal do INE](#) – consultado no dia 26 de Outubro de 2021.

ISO 6496 (1999). *Animal feeding stuffs— Determination of moisture and other volatile matter content.* International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 7 pp.

Jenkins, T.C. (1993). *Lipid metabolism in the rumen.* Journal Dairy Science, vol.76, 3851-3863 pp.

Jerónimo, E., Alves, S. P., Prates, J. A. M., Santos Silva, J. e Bessa, R. J. B. (2009). *Effect of dietary replacement of sunflower oil with linseed oil on intramuscular fatty acids of lamb meat.* Meat Science, vol.83, 499-505 pp.

Júnior, D. M. L., Rangel, A. H. N., Urbano, S. A., Maciel, M. V., Amaro, L. P. A. (2011). *Alguns aspetos qualitativos da carne bovina: uma revisão.* Acta Veterinária Brasília, vol.5, n.4, Brasil, 351-358 pp.

Koohmaraie, M. (2003). *Recentes avanços nos estudos qualitativos da carne bovina.* Reunião anual da sociedade Brasileira de Zootecnia, vol.40, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 209 pp.

Kunkle, W. E., Stewart, R. L., Brown, W. F. (1999). *Using byproduct feeds in supplementation programs.* University of Florida-Department of Animal Sciences, 8 pp.

Kuss, F; López, J.; Restle, J.; Barcellos, J. O. J.; Moletta, J. L.; Leite, M. C. C. P. (2010). *Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade.* Revista Brasileira de Zootecnia, 39, vol.4, 924-931 pp.

Lemos, A. L. S. C. (2003). *Zoonutrientes – carne e produtos cárneos, uma nova abordagem nutricional.* TecnoCarnes, Campinas, vol.13, n.3, 5-8 pp.

Lima, A., Barcellos, J. e Brutti, D. (2019) *Feno e silagem Haylage.* <https://www.ufrgs.br/nespro/wp-content/uploads/2021/04/228-feno-e-silagem.pdf>
consultado no dia 2 de maio de 2021.

Lourenço, M., Ramos-Morales, E. e Wallace, R. J. (2010). *The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation.* Animal, 4:7, 1008-1023 pp.

Luchiari Filho, A. (2000). *Pecuária da carne bovina.* Limbife – laboratório de Análises de carne, Nova Odessa, São Paulo. 140 pp.

Luciano, G., Monahan, F. J., Vasta, V., Biondi, L., Lanza, M., Bella, M., Priolo, A. (2009). *Lamb meat colour stability as affected by dietary tannins.* Italian Journal of Animal Science, 8, 507–509. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.006>.

MacDougall, D. B. (1994). *Colour meat – its basis and importance.* In Pearson, A.M & DUTSON. T. R. (ed) – Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series, vol.9, Black Academic & Professional, 34-78 pp.

Macedo Júnior, G. L., Zanine, A. M., Borges, I. & Pérez, J. R. O. (2007). *Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes.* Ciência Animal, vol.17, 7-17 pp.

Maia, M. R. G., Chaudhary, L. C., Figueres, L. e Wallace, R. J. (2007). *Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen.* Antonie van Leeuwenhoek, vol.91, 303-314 pp.

Manço, M. C. W. (2006). *Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação.* Tese de Doutorado em Zootecnia, especialidade Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, São Paulo, 140 pp.

Mancini, R. A. e Hunt, M. C. (2005). *Current research in meat color.* Meat Science, vol.71, 100-121 pp.

Mathoniere, C., Mioche, L., Dransfield, E. e Culioli, J. (2000). *Meat texture characterisation: comparison of chewing patterns, sensory and mechanical measures.* Journal of Texture Studies, vol.31, 183-203 pp.

McKierman, B., Gaden, B. e Sundostrom, B. (2007). *Dressing percentages for cattle.* Primefact, 340, 1-3 pp.

Meat Livestock Commission Service Limited (MLCSL). *Beef Carcass Authentication and Verification Services.* Meat Livestock Commission Service Limited. <https://www.mlcsl.co.uk/publications/Beef-carcass-classification.pdf> consultado no dia 27 de setembro.

Melton, S. L. (1999a). *Current status of meat flavor.* Quality Attributes of Muscle Foods, Y. L. Xiong, C.-T. Ho, e F. Shahidi (Eds.). Kluwer Academic. New York, 115-135 pp.

Mikolajczyk-Bator, K., Pawlak, S. (2016). *The effect of thermal treatment on antioxidant capacity and pigment contents in separated betalain fractions.* Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, vol.15, n.3, 257-265 pp.

Moloney, A. P. (1999). *The Quality of Meat from Beef Cattle. Is it influenced by diet.* R&H Hall Technical Bulletin Issue n.4, 1-10 pp.

Monin, G., Ouali, A. (1991). *Muscle differentiation and meat quality.* Ralston, L. (Ed.) Developments in meat science. Elsevier applied science, 89-138 pp.

Monteiro, A. C. S. M. G. (2012). *Relationship between Portuguese consumer preferences and textural properties, chemical composition and nutritional value of beef.* Tese de Doutoramento, especialidade de Produção Animal, Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, 68 pp.

Moreda, E. (2012). *Beterraba forrageira.* Agrotec: revista técnico-científica agrícola, vol.2, 109-111 pp.

Moreira, N. (2002). *Agronomia das forragens e pastagens.* Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 190 pp.

Morgan, J. H. L. e Everitt, G. C. (1969). New Zealand, Agriculture Science, 3-10 pp.

Nassu, R. T., Bernadi, M. R. V., Borba, H., Tullio, R. R., Cruz, G. M. (2009). *Metodologia científica: protocolo para avaliação sensorial de carne bovina.* Comunicado Técnico 92, São Carlos, São Paulo, Brasil, 8 pp.

Neto, G. B. e Melloti, L. (2007). *Consumo de matéria seca, taxa de passagem de líquido, volume de líquido ruminal, concentração de nitrogénio amoniacal e pH ruminal em fêmeas Holandesas suplementadas com sebo.* Boletim de indústria Animal, N. Odessa, vol.63, n.2, 97-108 pp.

NP EN ISO 5983-1 (2007). *Norma Portuguesa. Determinação do teor de azoto e cálculo do teor de proteína bruta, Parte 1: Método de Kjeldahl (ISO 5983-1:2005).* Instituto Português da Qualidade. 15 pp.

NP EN ISO 16472 (2013). *Norma Portuguesa. Determinação do teor de fibra detergente neutra tratada com amilase (aNDF) (ISO 16472:2006).* Instituto Português da Qualidade. 23 pp.

Oliveira, E. A., Sampaio, A. A., Henrique, W., Pivaro, T. M., Rosa, B. L., Fernandes, A. R., Andrade, A. T. (2012). *Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation.* Meat Science, Barking, vol.90, n.1, 28-35 pp.

Oliveira, L. C. P. (2017). *Utilização de polpa e resíduos de beterraba para aproveitamento tecnológico na formulação de iogurte concentrado.* Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, 83 pp.

Oliveira, C. C. (2018). *Avaliação do parasitismo gastrointestinal em bovinos de carne em sistema extensivo e semi-extensivo.* Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, 16-17 pp.

Osório, J. C. S., Osório, M. T. M., Sãnudo, C. (2009). *Características sensoriais da carne ovina*. Revista Brasileira de Zootecnia, 292-300 pp.

Ouali, A., Herrera-Mendez, C. H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L., e Sentandreu, M. A. (2006). *Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms*. Meat Science, vol.74, 44-58 pp.

Palmquist, D. L. (1994). *The role of dietary fats in efficiency of ruminants*. Journal of Nutrition, vol.124, 1377-1382 pp.

Palmquist, D. L. e Jenkins, T. C. (2017). *A 100-year review: Fat feeding of dairy cows*. Journal of Dairy Science, vol.100, 10061-10077 pp.

Pegg, R. B., e Shahidi, F. (1999). *Quality attributes of muscle foods as affected by nitrite and nitritefree curing*. Em: Quality Attributes of Muscle Foods, Y. L. Xiong, C.-T. Ho, e F. Shahidi (Eds.). Kluwer Academic. New York, 191-210 pp.

Reguse, E. M. (2018). *Subprodutos da laranja na alimentação de ruminantes: Revisão*. Tese de Licenciatura em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 35 pp.

Ribeiro, S. C. A., Ribeiro, C. F. A., Park, K. J., Araujo, E. A. F., Tobinaga, S. (2007). *Alteração da cor da carne de mapará (*Hypophthalmus Edentatus*) desidratada osmoticamente e seca*. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, Brasil, vol.9, n.2, 127 pp.

Roça, R. O. (1997). *Tecnologia da carne e produtos derivados*. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 205 pp.

Rodrigues, S. S. Q. (2007). *Estudo e caracterização da qualidade da carcaça e da carne do cabrito serrano*. Tese de Doutorado em Zootecnia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 98 pp.

Salami, S. A., Luciano, G., O’Grady, M. N., Biondi, L., Newbold, C. J., Kerry, J. P., Priolo, A. (2019). *Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production.* Animal Feed Science and Technology, vol.251, 37–55 pp.

Santos Silva, J. (2016). *Valorização da carne de ruminantes em sistemas intensivos de produção.* ValRuMeat. <https://projects.iniav.pt/valrumeat/> consultado no dia 16 de abril de 2021.

Santos Silva, J. (2017). *A redução dos cereais nas rações e a valorização nutricional da carne de ruminantes produzidos em sistemas intensivos.* Vida Rural, Portugal, 2 pp.

Santos Silva, J. (2018). *Alimentos alternativos na produção de carne de bovino.* LegForBov. <https://projects.iniav.pt/LegforBov/> consultado no dia 10 de abril de 2021.

Santos Silva, J., Alves, S. P., Francisco, A., Portugal, A. P., Almeida, J., Fialho, L., Jerónimo, E. e Bessa, R. J. B. (2020a). *Effects of a high-fibre and low-starch diet in growth performance, carcass and meat quality of young Alentejana breed bulls.* Meat Science, vol.168, 1-9 pp.

Santos Silva, J. (2020b). *As fenoilagens na engorda de novilhos.* Ruminantes, Revista de Agropecuária, Portugal, 28-32 pp.

Silva, M. (1996). *Crescimento, características da carcaça e qualidade da carne de raças bovinas nacionais.* Tese de Doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária, 345 pp.

Silva, J. A., Patarata, L., Martins, C. (1999). *Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing.* Meat Science, vol.52, 453-459 pp.

Silva, L. D. F., Ezequiel, J. M. B., Azevedo, P. S., Cattelan, J. W., Barbosa, J. C., Resende, F. D., Carmo, F. R. G. (2002). *Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de*

nitrogênio, em bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, vol.31, n.3, Brasil, 1258-1268 pp.

Silva, L. (2010). *Pecuária e Agroindústria de Exportação na Amazônia: dinâmicas e perspectivas*. Dissertação de Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento. Belém, Universidade Federal do Pará, Brasil, 105 pp.

Silva, A. O., Silva, E. F. F., Klar, A. E. (2013). *Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo*. Water Resources and Irrigation Management, vol.2, n.1, 27-36 pp.

Simões, J. A. (2006). *Avaliação química e da cor em carne de bovinos de raças nacionais*. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, 242 pp.

Smith, G. C. (2001). *Factors affecting the palatability of beef*. Future Beef Operations Seminar, Fort Collins, USA, 1-21 pp.

SPREGA (2021). *Sociedade Portuguesa dos Recursos Genéticos Animais*. Bovino Alentejano. <https://www.sprega.com.pt/> consultado no dia 24 de agosto de 2021.

Souza, A. A. A. (2008). *Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (Bos taurus indicus) alimentados com diferentes fontes de lipídeos e de selênio*. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassunga, 72 pp.

Subpromais (2021). *Subprodutos da agroindústria na alimentação animal*. <https://www.subpromais.pt/> - consultado no dia 22 de setembro.

Tayengwa, T., Chikwanha, O. C., Dugan, M. E. R., Mutsvangwa, T. e Mapiye, C. (2020). *Influence of feeding fruit by-products as alternative dietary fibre sources to wheat bran on beef production and quality of Angus steers*. Meat Science, vol.161, 1-8 pp.

Teixeira, A., Rodrigues, S., Pereira, E. e Fernandes, A. (2009). *Características físicas e químicas de las principales carnes comercializadas en el NE de Portugal*. XIII jornadas sobre produção animal. 6 pp.

Teixeira, J. C. (1997). *Nutrição de ruminantes*. Curso de pós-graduação em produção de ruminantes. Universidade Federal de Lavras, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Lavras, Minas Gerais, 200 pp.

Urbano, S. A., Ferreira, M. A., Oliveira, J. P. F., Lima Júnior, D. M. e Andrade, R. P. X. (2014). *Fontes de gordura sobre a modulação do perfil de ácidos graxos da carne de pequenos ruminantes*. Archivos de Zootecnia, vol. 63, revisão bibliográfica, Brasil, 25 pp.

Valente, D. M. C. (2015). *Pesquisa da atividade antioxidante em subprodutos alimentares: conceito de sustentabilidade*. Tese de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, Porto, 84 pp.

Varman, A. H., Sutherland, J. P. (1998). *Carne y productos cárnicos, tecnologia, química y microbiología*. Série 3. Editora Acríbia. 423 pp.

Vasque, H. (2019). *Produtividade e qualidade pós-colheita da beterraba em função de doses de nitrogênio e boro*. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 97 pp.

Vestergaard, M., Therkildsen, M., Henckel, P. (2000). *Influence of feeding intensity, grading and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness*. Meat Science. vol.54, 187-195 pp.

Walker, P. J., Warner, R. D. e Winfield, C. G. (1990). *Sources of variation in subcutaneous fat colour of beef carcasses*. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 18, 416-419 pp.

Winger, R. J. e Hagyard, C. J. (1999). *Juiciness - its importance and some contributing factors.* Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series. v.9, A. M. Pearson, e T. R. Dutson. An Aspen Publication. Maryland, 94-124 pp.

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fischer, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., e Enser, M. (2003). *Effects of fatty acids on meat quality: a review.* Meat Science, vol.66, 21-32 pp.

Xiong, Y. L., Ho, C.-T., e Shahidi, F. (1999b). *Quality characteristics of muscle foods: An overview.* Quality Attributes of Muscle Foods, Y. L. Xiong, C.-T. Ho, e F. Shahidi (Eds). Kluwer Academic. New York, 1-10 pp.