

Agradecimentos

A realização de uma dissertação é um exercício solitário e nem sempre fácil, que o apoio de algumas pessoas ajuda a construir e a simplificar.

Em primeiro lugar, agradeço à Professora Doutora Maria Odete Torres, por todo o empenho e dedicação que teve para comigo e por todos os ensinamentos que me passou durante este processo. À Professora Doutora Luísa Falcão, agradeço a amabilidade para esclarecer todas as dúvidas que surgiram durante a escrita desta dissertação.

À Eng^a Cátia Martins e ao meu colega David Ribeiro pela disponibilidade e ajuda no trabalho laboratorial, pois, sem eles, não teria sido possível alcançar os objetivos a que nos propusemos.

Agradeço também à minha família pela força que sempre me deram e darão e por todo o amor e carinho que sempre demonstraram por mim. Ao meu Pai, agradeço a incansável ajuda que me deu na construção desta dissertação, e à minha Mãe a preocupação que sempre demonstrou em que não me desviasse do caminho certo. Ao meu Irmão agradeço o companheirismo que sempre teve comigo. Agradeço, também, ao meu Tio Sérgio, à minha Tia Luísa e à minha Prima Teresa por toda a gentileza e por toda a ajuda que me deram na execução deste trabalho.

Quero também deixar um agradecimento especial a três pessoas que merecem o meu destaque. Ao meu amigo Eng^o João Nuno Orvalho, por todas as experiências que partilhámos lado a lado e por toda a ajuda e conselhos que me deu na elaboração desta dissertação, um eterno obrigado. À Eng^a Joana Prado, pelos 5 anos que passámos sempre juntos, quero agradecer a genuína amizade que criámos e toda a ajuda e força que me deu durante estes últimos meses. E, por fim, à Margarida Paiva, por toda a compreensão e apoio, por todo o carinho que demonstrou, por toda a força que me deu todos os dias e por se ter tornado uma pessoa tão especial para mim, um obrigado muito especial.

Quero agradecer a toda a família AEISA que me acolheu e que tão boas recordações me vai deixar para a vida. Agradecendo a todos, quero destacar a Anabela Ferreira, a Tânia Lourenço, o Bernardo Marques, o Manuel Inácio, o Filipe Figueira e o Francisco Subtil por toda a amizade e pela maneira alegre e verdadeira com que viveram comigo estes últimos tempos. A todos vós, muito obrigado!

Por fim, agradeço a todos os meus outros amigos que não mencionei especificamente. Não tenham dúvidas de que foram vocês que tornaram estes 5 anos inesquecíveis. A todos, o meu muito e sincero obrigado!

Resumo

Para se estudar a possibilidade da utilização de *Opuntia ficus-indica* na alimentação de bovinos da raça *Limousine*, complementada com alimentos ricos em proteína produzidos na própria exploração, acompanhou-se esta cultura de quatro leguminosas forrageiras, individualmente: *Lupinus albus*, *Lathyrus tingitanus*, *Pisum sativum* e *Cicer arietinum* e estimaram-se os valores nutritivos dos grãos e das palhas a partir da composição química. As culturas (leguminosas) decorreram na Tapada da Ajuda-Lisboa, no Instituto Superior de Agronomia, e as amostras representativas da *Opuntia ficus-indica*, estudada e considerada para a formulação dos regimes alimentares, foram colhidas numa exploração em Portalegre.

Os resultados laboratoriais permitiram uma estimativa do valor energético dos grãos e das palhas de leguminosas, assim como do respetivo valor azotado.

Para verificar a viabilidade da *Opuntia* para a alimentação de bovinos da raça *Limousine*, formularam-se vários possíveis regimes alimentares para animais entre os 250 e os 600 kg de peso vivo, com palha de leguminosa (30%) ou de leguminosa (10%) e de trigo (20%), grão (referente à leguminosa escolhida em percentagens de 30% e 40%) e *Opuntia* (em percentagens de 30% e 40%), verificando-se qual o aumento diário de peso possível, tendo em conta a ingestão de energia (UFV) e de proteína (PDI).

Os resultados mostram que a energia do regime alimentar foi quase sempre o fator limitante da produção e que o grão de leguminosa que, quando aliada à *Opuntia ficus-indica*, promove ganhos de peso médio diário superiores é o *Lupinus albus*. Com a utilização deste grão no regime alimentar, os bovinos de raça *Limousine* conseguem atingir ganhos de peso na ordem dos 1400 g/dia (média cerca de 1150 g/dia). Verificou-se, ainda, que com o aumento da ingestão de *Opuntia ficus-indica*, os ganhos de peso médio diário diminuem.

Palavras-chave: Figueira-da-índia (*Opuntia ficus-indica*), leguminosas forrageiras, valor energético e proteico de grãos de leguminosas, necessidades alimentares; regimes alimentares

Abstract

In order to study the possibility of using *Opuntia ficus-indica* in the diet of Limousine cattle, supplemented with protein-rich foods produced on the farm, this crop was monitored for each of four forage legumes: *Lupinus albus*, *Lathyrus tingitanus*, *Pisum sativum* and *Cicer arietinum* and their nutritive value was estimated from the composition of their grains and straws. Cultures (legumes) were carried out at the Tapada da Ajuda-Lisboa, at the Instituto Superior de Agronomia, and representative samples of *Opuntia ficus-indica*, studied and considered for the formulation of diets, were harvested at a farm in Portalegre.

The laboratory results allowed an estimation of the energetic value of grains and legume straws, as well as their nitrogen value.

In order to verify the viability of *Opuntia* for the feeding of *Limousine* cattle, several possible animal feeding regimes between 250 and 600 kg of live weight were formulated with legume straw (30%) or legume (10%) straw. and of wheat (20%), grain (referring to the legume chosen in percentages of 30% and 40%) and *Opuntia* (in percentages of 30% and 40%), verifying the daily increase of weight possible, taking into account the intake of energy (UFV) and protein (PDI).

The results show that dietary energy was almost always the limiting factor of production and that the legume grain that, when allied to *Opuntia ficus-indica*, promotes higher average daily weight gain is *Lupinus albus*. With the use of this grain in the diet, *Limousine* cattle can achieve weight gains in the order of 1400 g / day (average around 1150 g / day). It was also verified that with the increase of the intake of *Opuntia ficus-indica*, the average daily weight gains decrease.

Key-words: Prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*), forage legumes, energetic and protein value of legumes grains, food needs, diets

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iv
Abstract.....	v
Índice	vi
Índice de quadros.....	viii
Índice de figuras	ix
Lista de abreviaturas	x
1. Introdução.....	1
2. Utilização de <i>Opuntia ficus-indica</i> na alimentação de bovinos	3
2.1 Aspetos culturais.....	3
2.2 Valor alimentar	7
3. Utilização de <i>Lupinus albus</i> na alimentação animal	10
3.1 Aspetos culturais.....	10
3.2 Composição química.....	12
4. Utilização de <i>Lathyrus tingitanus</i> na alimentação animal	13
4.1 Aspetos culturais.....	13
4.2 Composição química.....	15
5. Utilização de <i>Pisum sativum</i> na alimentação animal	16
5.1 Aspetos culturais.....	16
5.2 Composição química.....	20
6. Utilização de <i>Cicer arietinum</i> na alimentação animal	21
6.1 Aspetos culturais.....	21
6.2 Composição química.....	25
7. Produção, conservação e valor alimentar de forragens	26
8. Material e Métodos	28
8.1 Trabalho experimental.....	28
8.1.1 Espécies botânicas estudadas	28
8.1.2 Talhões experimentais.....	28
8.1.3 Data de sementeira	28
8.1.4 Densidade de sementeira.....	28
8.1.5 Data de colheita	29
8.1.6 Condições edafo-climáticas	29
8.1.7 Espécie animal	31

8.2 Análise química	31
9.1 Resultados laboratoriais das leguminosas	32
9.1.1 Quadro síntese	32
9.1.2 Matéria seca	33
9.1.3 Cinza	33
9.1.4 Proteína bruta	33
9.1.5 NDF, ADF e ADL	35
9.1.6 Gordura Bruta e amido dos grãos	40
9.2 Valor nutritivo das espécies leguminosas forrageiras em estudo	41
9.3 Composição química e valor nutritivo da <i>Opuntia ficus-indica</i>	43
9.4 Raça <i>Limousine</i>: Características produtivas; necessidades alimentares e formulação de regime alimentar	44
9.4.1 Características produtivas	44
9.4.2 Necessidades alimentares	46
9.4.3 Formulação de regime alimentar	48
10. Considerações finais e conclusões	58
11. Referências bibliográficas	60

Índice de quadros

Quadro 1 – Composição química dos cladódios (palma) de <i>Opuntia ficus-indica</i> expressa em % na MS	8
Quadro 2 – Composição química da palha, grão e matéria fresca no estado vagem de <i>Lupinus albus</i> expressa em % na MS	12
Quadro 3 – Composição química do grão e matéria fresca no estado vagem de <i>Lathyrus sativus</i> expressa em % na MS	15
Quadro 4 – Composição química da palha, grão e matéria fresca no estado vagem de <i>Pisum sativum</i> expressa em % na MS	21
Quadro 5 – Composição química da palha e grão de <i>Cicer arietinum</i> expressa em % na MS	26
Quadro 6 – Condições climáticas verificadas na Estação Meteorológica da Tapada da Ajuda (ISA) / Lisboa (nov 2016/jul 2017)	31
Quadro 7 – Composição química dos grãos e palhas das quatro espécies de leguminosas em estudo	33
Quadro 8 – Valor nutritivo dos grãos e das palhas das espécies leguminosas forrageiras em estudo	42
Quadro 9 – Composição química e valor nutritivo das palmas de <i>Opuntia ficus-indica</i>	44
Quadro 10 – Necessidades alimentares de bovinos de raça <i>Limousine</i> (INRA, 2007)	47
Quadro 11 – Produção de alimento (ton/ha) para satisfação das necessidades de um bovino dos 250 aos 600 kg considerando uma capacidade média de ingestão de 7,5 kg MS/dia e um aumento diário de peso médio de 1125 g/dia	59

Índice de figuras

Figura 1 – Variação das condições climáticas verificadas no ISA: temperatura média, humidade relativa média e precipitação total (nov 2016/julho 2017)	31
Figura 2 – Comparação dos teores de Proteína Bruta das quatro espécies de leguminosas em estudo	35
Figura 3 – Comparação dos teores de NDF das quatro espécies de leguminosas em estudo	37
Figura 4 – Comparação dos teores de ADF das quatro espécies de leguminosas em estudo	38
Figura 5 – Comparação dos teores de ADL das quatro espécies de leguminosas em estudo	39
Figura 6 – Comparação dos teores de Gordura Bruta dos grãos das quatro espécies de leguminosas em estudo	41
Figura 7 – Comparação dos teores de Amido dos grãos das quatro espécies de leguminosas em estudo	41
Figura 8 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 30% de palha de uma leguminosa, 40% do grão correspondente a essa mesma palha, 30% de <i>Opuntia</i>	49
Figura 9 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de palha de uma leguminosa, 40% do grão correspondente a essa mesma palha, 30% de <i>Opuntia</i>	51
Figura 10 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 30% de palha de uma leguminosa, 30% de grão correspondente a essa mesma palha, 40% de <i>Opuntia</i>	53
Figura 11 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de palha de uma leguminosa, 30% do grão correspondente a essa mesma palha, 40% de <i>Opuntia</i>	55
Figura 12 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de uma palha, 35% do grão correspondente a essa mesma palha, 0,05% de oleína de girassol, 30% de <i>Opuntia</i>	57
Figura 13 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de uma palha, 25% do grão correspondente a essa mesma palha, 0,05% de oleína de girassol, 40% de <i>Opuntia</i>	58

Lista de abreviaturas

ADF	Fibra em Detergente Ácido
ADL	Lenhina em Detergente Ácido
APCBRL	Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Limousine
CA	<i>Cicer arietinum</i>
cm	Centímetro
EB	Energia Bruta
ED	Energia Digestível
EM	Energia Metabolizável
ENEV	Energia Net de conservação e engorda-produção
FAO	Food and Agriculture Organization
GB	Gordura Bruta
ha	Hectare
HR	Humidade Relativa
IVPD	<i>In Vitro</i> Protein Digestibility
ICARDA	International Center for Agricultural Research in Dry Areas
K ₂ O	Óxido de Potássio
kg	Quilograma
LA	<i>Lupinus albus</i>
LT	<i>Lathyrus tingitanus</i>
M	Metro
mm	Milímetro
MS	Matéria Seca
MV	Matéria Verde
N	Azoto
NDF	Fibra em Detergente Neutro
OFI	<i>Opuntia ficus-indica</i>
P	Fósforo
P ₂ O ₅	Pentóxido de Fósforo
PB	Proteína Bruta
PDIA	Proteína digestível intestinal de origem alimentar
PDIE	PDIA + PDIME
PDIME	Proteína digestível intestinal de origem microbiana – energia
PDIMN	Proteínade origem microbiana – azoto degradado
PDIN	PDIA + PDIMN
PER	Protein Efficiency Rate
PS	<i>Pisum sativum</i>
R	Precipitação
ton	Toneladas
T	Temperatura

1. Introdução

Na agropecuária, uma forragem de qualidade superior satisfaz melhor as necessidades animais. Assim, os agricultores e os produtores de carne têm investido no desenvolvimento de melhorias tanto em cada uma das suas áreas específicas de intervenção como no cruzamento que delas resulta, numa dinâmica com grande vivacidade.

A oportunidade da utilização de uma forragem para a satisfação das necessidades nutricionais de bovinos de carne, que assente no desenvolvimento e melhoria de todos os processos intermédios, poderá ter uma influência positiva na saúde humana.

Tendo em conta as alterações climáticas que experimentamos nos dias de hoje, em todo o Mundo, e particularmente em Portugal, com uma estação de chuva cada vez menor e com baixos valores de precipitação, associada a uma estação seca cada vez mais prolongada e acentuada, torna-se imperativo utilizar novas culturas para a alimentação animal. Neste âmbito, a figueira-da-índia (*Opuntia ficus-indica*) surge como umas das novas espécies resistentes às condições edafo-climáticas do país, com o interesse agro-económico que daí decorre.

A *Opuntia ficus-indica* é uma espécie oriunda de países tropicais, mas que tem demonstrado facilidade em adaptar-se ao nosso clima. É uma espécie atrativa para a alimentação animal, devido ao seu elevado teor em água e açúcares solúveis; porém, os seus baixos teores em proteína, fibra e gordura tornam necessária a complementação desta cultura com outras que colmatem as suas limitações nutricionais.

No nosso país, as principais fontes proteicas para a nutrição animal provêm da soja (*Glycine max*), que é uma cultura de Primavera-Verão. Porém, a produção nacional, nomeadamente no norte do país (Trás-os-Montes) não permitia satisfazer totalmente as necessidades, pelo que era necessária a importação de soja. Durante muitos anos, o mercado da soja foi considerado como a solução, que dispensava a necessidade de novas opções. Só mais tarde se estudou a utilização de outras fontes proteicas diferentes do bagaço de soja para a alimentação animal. Dentro destas, destacam-se a fava (*Vicia faba*), a ervilha (*Pisum sativum*), o tremço-branco (*Lupinus albus*), o grão-de-bico (*Cicer arietinum*) e os chícharos (*Lathyrus spp.*), por serem culturas com elevado teor proteico (produção de grão) e fibroso (produção de palha) e por se adaptarem bem às condições edafo-climáticas do nosso país.

A ensilagem de *Opuntia ficus-indica* com uma das leguminosas forrageiras (*Lupinus albus*, *Lathyrus tingitanus*, *Pisum sativum* ou *Cicer arietinum*) permite obter um alimento composto, rico em proteína e fibra, com possibilidade de utilização na alimentação de ruminantes.

O presente trabalho debate a oportunidade da utilização no nosso país de uma espécie ainda pouco utilizada na alimentação animal (*Opuntia ficus-indica*), associada a outras culturas, nomeadamente proteaginosas, aproveitando as valências de cada espécie na satisfação das necessidades anuais de um dado encabeçamento de bovinos de carne de raça *Limousine*. Para além do objetivo principal acima mencionado, é de todo o interesse avaliar a criação de mais-valias sócio-agro-económicas, a fim de promover a evolução global do setor agropecuário.

2. Utilização de *Opuntia ficus-indica* na alimentação de bovinos

2.1 Aspetos culturais

A *Opuntia ficus-indica* é um cato, nativo do México, que se difundiu para todo o Mundo, nomeadamente América Central e do Sul e Europa do Sul (USDA, 2009). Pertence ao género *Opuntia* e à família *Cactaceae* (Russel e Felker, 1987).

A cultura desenvolve-se adequadamente em regiões sujeitas a carência de água e solos inférteis, mas com baixos níveis de salinidade e boa drenagem (Orwa *et al.*, 2009). É extremamente resistente a temperaturas elevadas, mas sensível a temperaturas demasiado baixas (Reynolds *et al.*, 2001; Dubeux, 2011), logo, adequa-se a zonas onde as temperaturas são muito elevadas e a precipitação total é muito baixa (Dubeux, 2011).

A *Opuntia ficus-indica* é conhecida por se desenvolver lentamente, podendo atingir cerca de 5 m de altura, assente num sistema radicular que se desenvolve horizontalmente, sendo, por isso, uma planta com raízes superficiais.

Os seus cladódios, comumente designados por palmas (folhas), para além de serem revestidos por espinhos, são muito espessos e suculentos, devido ao seu elevado teor de água, e podem atingir comprimentos de 70 cm, enquanto a largura mede cerca de 20 cm.

A floração e frutificação ocorrem em cladódios com 1 ou 2 anos de idade. Devido à temperatura mais baixa que se verifica no início do dia (período da manhã), é nessa altura que se observa o melhor desenvolvimento da cultura (Ecoport, 2009).

Devido à sua grande capacidade para fornecer água, que consegue armazenar nos cladódios, esta planta é muito utilizada na alimentação animal (Dos Santos e Albuquerque, 2001). Mas a sua utilização pode também ter vários outros fins, como sejam: alimentação humana, através dos frutos; medicina, através das propriedades bioativas que contém e cosmética, através do óleo extraído do fruto (Mondragón-Jacobo e Pérez-González, 2001).

A fim de a planta poder incorporar os regimes alimentares, diversas variedades foram criadas, com o objetivo de aumentar os índices produtivos, o valor nutricional, a tolerância ao frio e a resistência a insetos (Mondragon-Jacobo e Perez-Gonzalez, 2001).

Antes de se proceder à plantação de *Opuntia ficus-indica*, deve realizar-se uma preparação do solo. Numa primeira fase, devem ser retiradas as infestantes, para que

estas não competam com a cultura por nutrientes, água e radiação solar, principalmente nos primeiros estados de desenvolvimento da mesma. Deste modo, deve ser realizada uma mobilização do solo (cerca de 30-50 cm, profundidade a que chegam as raízes de *Opuntia*), não só para eliminar infestantes, como para melhorar a capacidade de drenagem do solo, que é muito importante para o crescimento destas culturas (Mondragón-Jacobo e Pérez-González, 2001).

Depois deste processo, realiza-se a fertilização. Segundos os estudos de Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2001), citados in Wessels (1988), os solos onde se produz figueira-da-índia devem ter altos teores de potássio e cálcio, por serem nutrientes importantes para a melhoria da qualidade do fruto. Em relação ao azoto recomenda-se que se considere o existente no solo, caso a cultura anterior tenha sido uma leguminosa. Se não tiver sido o caso, a fertilização a realizar deve obedecer à seguinte proporção: 300 kg/ha N, 300 kg/ha P₂O₅ e 350 kg/ha K₂O.

Após a preparação do solo, procede-se à plantação. Segundo Mondragón-Jacobo e Pérez-González, (2001) citados in Wessels (1988), na região do mediterrâneo o período ótimo para a plantação de *Opuntia ficus-indica* é entre maio e junho, uma vez que, nesta época, o solo ainda tem a humidade indispensável ao desenvolvimento das raízes e dos cladódios (folhas). Porém, é sempre importante fornecer água à planta, através de rega, nas primeiras semanas após a plantação.

Para uma área inferior a 5 ha, a densidade de plantação deve ser entre os 2-3 m x 3 m, o que corresponde a 1000-1500 plantas por ha, a qual diminui para cerca de 300-400 plantas por ha, correspondendo a um compasso de sementeira de 4-5 m x 6-7 m, para áreas superiores a 5 ha (Mondragón-Jacobo e Pérez-González, 2001, citados in Pimenta (1990).

As plantas do género *Opuntia*, como dito anteriormente, necessitam de solos não muito profundos, uma vez que a sua raiz se desenvolve horizontalmente e em solos com condições relativamente pobres. Porém, esses solos, que devem ter baixos teores de argila (cerca de 15-20%) devem garantir uma boa drenagem, baixos níveis de salinidade e um fraco nível de impermeabilização da camada superior (Mondragón-Jacobo e Pérez-González, 2001). Em relação ao pH, a *Opuntia ficus-indica* desenvolve-se numa vasta gama de valores, desde 5 (solos ácidos, como acontece no México) a 9 (solos básicos, como acontece em Itália).

A *Opuntia ficus-indica* é uma cultura que resiste apenas com a precipitação que ocorre, desde que esta atinja o mínimo de 300 mm/ano. Porém, na época quente, durante a frutificação, se a precipitação se tiver revelado insuficiente, deve-se regar a

cultura duas vezes, num total de 100 mm (Mondragón-Jacobo e Pérez-González, 2001).

Como já referido, é uma cultura que resiste bem a temperaturas médias altas (15 a 20°C), sendo que na frutificação carece mesmo de temperaturas médias elevadas (20-25°C). Porém, é uma cultura sensível a temperaturas baixas, não resistindo a temperaturas inferiores a -5°C (temperatura de congelação).

Segundo Reynolds *et al.* (2011), a figueira-da-índia é uma espécie a utilizar para evitar a erosão do solo e a desertificação, uma vez que fornece cobertura ao mesmo. Para além desta vantagem, faz parte das espécies ideais para responder às alterações climáticas, como o aumento da temperatura média, a redução da pluviosidade e o aumento do CO₂ atmosférico, devido à sua capacidade fotossintética.

Dada a natureza da cultura, o processo de colheita pode ser dividido em dois sub-processos: a poda, que diz respeito aos cladódios; e a colheita, que diz respeito aos frutos.

Em relação à poda, podem considerar-se dois momentos: a poda de formação e a poda de produção (Mondragón-Jacobo e Pérez-González, 2001). A poda de formação acontece quando a planta começa a frutificar. É importante que a poda seja realizada nesta altura (no fim do primeiro ano de crescimento), uma vez que promove a renovação de cladódios férteis; aumenta a exposição dos cladódios à luz solar, para que estes consigam intercetar uma maior quantidade da mesma; e permite um melhor controlo sanitário, uma vez que facilita o controlo e combate de pragas.

A poda de produção ocorre para se retirarem os cladódios que estão mais perto do solo ou a crescer sob outros, recebendo menor quantidade de luz. Estes dois fatores são potenciadores do aparecimento de pragas, sendo necessária a remoção dos mesmos. Para além desta necessidade, esta poda, realizada no segundo ano de crescimento, nos cladódios que têm um ano, melhora o desenvolvimento dos frutos, uma vez que os nutrientes utilizados pelos cladódios “velhos” passam agora a ser utilizados pelos frutos. Porém, se não se verificar atividade vegetativa, a poda deve ser realizada nos cladódios que têm dois anos e não nos que têm um ano. A poda de produção é realizada ao longo da vida produtiva da cultura e não deve atingir alturas inferiores a 2 metros.

As podas devem ser efetuadas fora da época fria e evitando as temperaturas altas, para que os cortes cicatrizem sem problemas, bem como devem ter em consideração que não é aconselhável deixar mais de dois cladódios “filhos” por

cladódio “mãe”, para se atingir uma maximização no desenvolvimento dos cladódios, tal como consideraram Mondragón-Jacobo e Pérez-González (2001). Os cladódios que competem com outros que estejam em frutificação carecem, igualmente, de poda.

No que respeita à colheita dos frutos, trata-se de um processo que deve ser realizado de manhã, nas primeiras horas do dia, pois é nesta altura que os frutos têm maior teor de humidade.

Ao respeitar estas técnicas, segundo Mondragón-Jacobo e Pérez-González, (2001), a produtividade desta cultura (palmas forrageiras) varia entre as 5 e as 35 toneladas/ha, dependendo das condições edafoclimáticas da região e das técnicas de manejo agronómico utilizadas.

A espécie *Opuntia ficus-indica* é caracterizada por ser pouco afetada por pragas e doenças. Ainda assim, há algumas pragas (insetos) e animais selvagens (como raposas e javalis) que podem prejudicar a produtividade da cultura.

Entre as pragas que mais afetam esta cultura, destacam-se três insetos (Mondragón-Jacobo e Pérez-González, 2001).

1. *Homoptera dactylopiidae*

Esta espécie, de nome comum Cochonilha, é a praga que mais afeta esta cultura. Os ovos deixados nos cladódios eclodem nos períodos mais secos (fim da Primavera e início do Verão) e atacam a planta, provocando um amarelecimento dos cladódios e dos frutos, verificando-se a queda precoce destes.

2. *Thysanoptera tripidae*

Esta praga ataca a cultura também durante a estação quente. Tem como alvo final os cladódios e frutos menos desenvolvidos, provocando nestes deformações e manchas escuras.

3. *Hemiptera coreidae*

Esta praga também ataca no período mais quente (preferencialmente, no fim da Primavera). Afeta os cladódios, independentemente da idade, deixando uma mancha circular nos mesmos. Se o ataque da praga for significativo, pode provocar graves reduções na produtividade da cultura.

Os estudos de Mondragón-Jacobo e Pérez-González, (2001) sugeriram que, quando existem indícios de ataques de pragas e doenças, se usem três tipos de defesa:

1. Medidas preventivas

Ao realizar corretamente as práticas de manejo agronômico, como a fertilização, rega e podas, o produtor protege a sua cultura do ataque de fatores externos.

2. Quarentena

Nesta cultura, a utilização de um mecanismo como a quarentena tem-se revelado muito útil, sendo capaz de resolver a maior parte dos problemas, aquando de um ataque de pragas.

3. Aplicação de agroquímicos

Quando as medidas preventivas e a quarentena não forem eficazes, a utilização de agroquímicos pode ser utilizada, se a população da praga atingir valores muito elevados.

2.2 Valor alimentar

A *Opuntia ficus-indica* é uma espécie com elevado potencial para alimentação de ruminantes em áreas muito secas, devido à sua facilidade de cultivo e baixos custos de produção. Para além disso, a cultura apresenta alto rendimento na produção de biomassa e elevada palatabilidade (Nefzaoui, 2010).

Esta espécie é rica em água, carboidratos solúveis, cálcio e vitamina A, mas apresenta carências de proteína bruta, fibra, fósforo e sódio (Nefzaoui, 2010).

No quadro 1, apresenta-se uma síntese da composição química de *Opuntia ficus-indica* baseada em três origens diferentes. Nas duas primeiras colunas, os valores apresentados foram obtidos nos estudos de Gomez Cabrera (2009) e Vieira *et al.* (2008), identificados na fonte; na última coluna, reproduzem-se os resultados de análise laboratorial realizada no Laboratório Pais de Azevedo do Instituto Superior de Agronomia.

Quadro 1 – Composição química dos cladódios (palma) de *Opuntia ficus-indica* expressa em % na MS

Parâmetros	Valores		
	Gomez Cabrera (2009)	Vieira et al., (2008)	ISA (2017)
Matéria Seca	9,1	11,5	9,7
Cinza	19,5	15,9	14,3
Proteína	6,9	11,4	2,8
NDF	25,5	23,1	22,2
ADF	14,5		7,0
ADL	2,6		2,0

Apesar de o teor elevado de água desta cultura ser uma vantagem em zonas secas e quentes, torna-se uma desvantagem quando consumida em excesso pelos animais, pois apresenta efeitos laxantes (Ben Salem *et al.*, 2004).

Devido ao seu baixo teor proteico, esta cultura não pode ser utilizada como alimento único. Souza (2009) e Santos *et al.* (2010) consideraram que juntar a figueira-da-índia com leguminosas forrageiras secas aumentaria os níveis de matéria seca e de proteína, formulando-se, assim, um regime alimentar mais equilibrado para a alimentação de ruminantes.

Lopez-Garcia *et al.* (2001), sugeriram que, na alimentação animal, se utilize a cultura de três formas possíveis:

1. Alimentação direta

Os cladódios são cortados e são fornecidos aos animais em fresco, sem nenhum tratamento. Este método pode ser prejudicial pela presença de espinhos nos cladódios, que podem ferir o sistema digestivo dos animais.

2. Corte do cladódio e queima superficial

Nesta prática, os cladódios são queimados superficialmente, para se eliminarem os espinhos, e cortados em porções mais pequenas para os animais os poderem ingerir mais facilmente.

3. Trituração dos cladódios

Nesta técnica, os cladódios são triturados até se obter uma mistura quase líquida. Esta é a técnica mais utilizada, uma vez que destrói os espinhos e facilita a alimentação do gado. Para além disso, necessita de menos mão-de-obra e é menos demorada.

Já foram realizados alguns estudos para se verificar a viabilidade da utilização de *Opuntia ficus-indica* na alimentação de ruminantes. Gebremariam *et al.* (2006), concluíram que a incorporação da figueira-da-índia nos regimes alimentares de ovinos era importante, na medida em que a cultura apresenta valores de água, cinza e cálcio muito elevados. No entanto, a sua carência em fósforo, principalmente, e em proteína e fibra obriga a que a sua utilização seja complementada com outra cultura forrageira, numa proporção que pode ir até 50:50 na matéria seca (a quantidade de *Opuntia ficus-indica* nunca pode ultrapassar os 50% da ração total).

Vilela *et al.* (2010) mostraram as diferenças nos tempos de ingestão, mastigação e ruminação de vacas leiteiras, quando alimentadas com *Opuntia ficus-indica* cortada à mão ou com auxílio de equipamento mecânico. Os autores observaram que quando as palmas eram cortadas à mão, o tempo de ingestão se revelava superior, ou seja, as vacas ingeriam mais alimento. No entanto, o tempo de mastigação e de ruminação apresentavam-se inferiores nas vacas alimentadas com palmas cortadas com recurso a equipamentos, o que sugere um maior aproveitamento do alimento, ou seja, uma maior eficiência na utilização dos nutrientes. Vilela *et al.*, (2010) verificaram, ainda, que a alimentação com palmas cortadas com recurso a equipamento promovia a produção de leite de maior qualidade, em comparação com o leite retirado das vacas alimentadas por palmas cortadas à mão.

Gusha *et al.* (2015) estudaram a utilização da figueira-da-índia na alimentação de caprinos, como suplemento alimentar (que tinha como base um feno de *Pennisetum purpureum*) em épocas de menor precipitação e maior calor. Os autores observaram que os caprinos ingeriam em grande quantidade a figueira-da-índia (o que indica uma elevada palatabilidade), que se traduzia num aumento de crescimento e de peso dos animais. Para além desta vantagem, o estudo realizado realçou a importância da utilização desta cultura numa época onde existe uma carência de alimento disponível para alimentação animal.

Gusha *et al.* (2015) e Andrade-Montemayor *et al.* (2011) verificaram, também, a vantagem de suplementar a alimentação de caprinos na estação quente com *Opuntia ficus-indica*. Os autores mencionados constataram que uma silagem de figueira-da-índia com leguminosas permitia uma maior ingestão de matéria seca e orgânica, com um aumento da matéria orgânica que era digerida, em comparação com a alimentação à base de feno de *Pennisetum purpureum*.

Também Mahouachi *et al.* (2012) observaram as vantagens da utilização de *Opuntia ficus-indica* na alimentação de caprinos, tanto para a produção de leite como

para a produção de carne. Os resultados obtidos mostraram que a produção de leite era equivalente tanto quando se utilizava um regime alimentar com concentrado e feno como quando se optava pelo mesmo concentrado e figueira-da-índia. Assim, as vantagens da utilização da figueira-da-índia revelavam-se predominantemente económicas, uma vez que a sua produção apresenta menores custos que a de feno (para a mesma produção de matéria seca, a razão da área ocupada é de 10:1 (feno:figueira-da-índia)). No grupo de produção de carne, os caprinos alimentados com *Opuntia ficus-indica* (no estudo, isto implicava reduzir a utilização de concentrado para metade, em comparação com os caprinos que não eram alimentados com figueira-da-índia) apresentavam menores valores de gordura intramuscular e na carcaça, o que se traduzia na produção de carne de melhor qualidade e numa redução de custos de produção, uma vez que o preço do concentrado é superior ao da produção de *Opuntia ficus-indica* (Mahouachi *et al.*, 2012).

3. Utilização de *Lupinus albus* na alimentação animal

3.1 Aspetos culturais

O género *Lupinus* pertence à família das leguminosas, abrangendo várias espécies, espalhadas por todo o Mundo e cultivadas em cerca de 1 000 000 ha (Mihailović *et al.*, 2007). Dentro deste género, encontramos o *Lupinus luteus*, o *Lupinus albus*, o *Lupinus angustifolius*, o *Lupinus consentinii* (todas espécies Europeias) e o *Lupinus mutabilis* (Mikić *et al.*, 2006).

O tremço branco (*Lupinus albus*) é oriundo da civilização egípcia – as primeiras plantações de que há registo datam de há 2000 anos. Porém, só em 1920, na Alemanha, é que se conseguiu produzir as primeiras variedades de tremço isentas de alcalóides, podendo, assim, ser consumidas diretamente pelos humanos e espécies pecuárias, sem o perigo de toxicidade.

É uma planta herbácea que atinge uma altura que varia entre os 30 e os 120 cm, apresentando uma raiz profundante. Pode apresentar flores de cor branca/amarela ou púrpura/azul. Em termos de fecundação, esta pode realizar-se de forma autogâmica ou alogâmica, através de insetos (Pinheiro, 2010).

Esta cultura apresenta múltiplas funcionalidades, isto é, tanto pode integrar a alimentação humana como a alimentação animal, sob variadas formas, como forragem verde, matéria seca para forragem, farinha e grão maduro. O *Lupinus albus* pode ser

uma alternativa à soja, admitindo-se a sua utilização para a alimentação de todas as espécies animais, devido ao seu elevado teor em proteínas de boa qualidade.

Segundo Miikić *et al.* (2006), pode, também, ser usada como constituinte de adubos verdes, permitindo aumentar os teores de azoto e de matéria orgânica no solo. Favorece, igualmente, a infiltração de água no solo, atenta a profundidade da sua raiz principal, e ajudar na proteção contra a erosão (Pinheiro, 2010). É de referir, também, que se trata de uma espécie que pode ser utilizada para fitorremediação (Fumagalli *et al.*, 2014). Devido à sua capacidade de fixação de azoto atmosférico e de o deixar disponível no solo para outras culturas, também contribui para a sustentabilidade dos sistemas de cultivo (Lucas *et al.*, 2015).

Por todas as características mencionadas, o tremço é uma espécie muito utilizada em rotação de culturas, nomeadamente em séries que incluam culturas muito exigentes em azoto, como é o caso do milho (*Zea mays*).

No clima mediterrâneo, esta espécie deve ser semeada preferencialmente no Outono ou no início do Inverno, isto porque o calor tem um efeito negativo na floração e produção de grão - as temperaturas ótimas de crescimento e desenvolvimento situam-se entre os 10 e os 14° C, ainda que a planta consiga suportar temperaturas que chegam até aos -3 a -4° C. Na fase de floração, a cultura necessita de temperatura baixa e elevada disponibilidade de água (Barbosa *et al.*, 2011).

De acordo com Barbosa *et al.* (2011), o aumento da densidade de plantas por unidade de área diminui o número de dias para o aparecimento da primeira inflorescência; aumenta a duração do caule principal; reduz o número de dias para o aparecimento da segunda inflorescência e o número de grãos por vagem; aumenta a duração da segunda inflorescência; reduz o número de inflorescências, o comprimento das vagens, o número total de grãos e a produtividade.

As plantas do género *Lupinus* são exigentes em água, mas não em excesso, sendo muito sensíveis à salinidade, preferindo solos com um pH ligeiramente ácido (entre 5,5 e 7,5), de textura franco-arenosa ou até argilo-arenosa, não calcários, e que apresentem boa drenagem. No entanto, dentro das espécies do género *Lupinus*, esta é a que apresenta maior tolerância ao frio e ao calcário.

Na Europa, a colheita do tremço branco deve ser realizada durante o mês de setembro, altura em que o grão apresenta uma humidade de cerca de 15% (Métivier *et al.*, 2013). Na altura da colheita não há problemas de deiscência, ou seja, abertura das vagens; porém, recomenda-se que a colheita seja feita nas primeiras horas da manhã,

para minimizar as perdas, e só quando as sementes tenham atingido a maturação fisiológica. Deste modo, a produtividade alcançada ronda os 2000 kg/ha, sendo que *Lupinus albus* é a espécie que tem maior capacidade produtiva dentro do género *Lupinus* (Amaral *et al.*, 2014).

A produtividade desta espécie pode ser afetada pela sensibilidade face a algumas doenças, como a fusariose (*Fusarium spp.*) (Amaral e Franco, 2014 citados in Christiansen *et al.*, 1999) e a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Esta última doença transmite-se através da semente e é a mais importante, uma vez que leva à quebra do caule principal (Huyghe, 1997).

Após a sementeira, a planta entra num processo contínuo de desenvolvimento, sendo possível distinguir diversas fases de desenvolvimento ou estados fenológicos, comuns a todas as leguminosas, correspondendo a diferentes composições morfológicas e químicas (Abreul *et al.*, 2000).

3.2 Composição química

Segundo os estudos de Abreu *et al.* (1998), Brand *et al.* (2004) e Mbugua *et al.* (2008), *Lupinus albus* apresenta a seguinte composição química (quadro 2):

Quadro 2: Composição química da palha, grão e matéria fresca no estado vagem de *Lupinus albus* expressa em % na MS

Parâmetros	Valores palha (%)	Valores grão (%)	Valores matéria verde (%)
Autores	Abreu <i>et al.</i> (1998)	Brand <i>et al.</i> (2004)	Mbugua <i>et al.</i> (2008)
Matéria Seca	90,2	88,1	20,2
Cinza	4,1	4,0	8,0
Proteína Bruta	5,9	38,0	21,5
NDF	82,4	21,9	31,1
ADF	63,8	16,5	25,6
ADL	12,6	1,0	4,1
Gordura Bruta		9,8	3,1
Amido		8,1	

Lestingi *et al.* (2015), estudaram os efeitos na qualidade da carne de pequenos ruminantes quando se utilizava *Lupinus albus* na alimentação. A utilização do tremçoço branco como alternativa a outras leguminosas deve-se ao facto de ter um elevado teor de gordura bruta, quando comparado com os teores das outras espécies. Porém, os estudos de Lestingi *et al.* (2015) mostraram que a alimentação animal baseada em

tremoço-branco conduzia a efeitos negativos na composição da gordura intramuscular, o que afeta a qualidade da carne.

Esta conclusão foi corroborada pelo estudo de Liu *et al.* (1995), que propuseram a mitigação dos efeitos negativos provocados pelo tremoço branco (nomeadamente a existência de factores anti-nutricionais nocivos aos animais) através da utilização de outra espécie proteagínosa, como a fava ou a ervilha, para melhorar a composição dos ácidos gordos intramusculares e, assim, melhorar a qualidade da carne e a capacidade de preservação da mesma.

Esta associação de tremoço branco com a fava torna-se importante tanto ao nível nutricional como ao nível económico. Os elevados teores de proteína (25-30%), amido (45-50%), bem como de fibra, vitamínicos e minerais da fava, aliados aos elevados valores de proteína (38%) e gordura (10%) do tremoço branco, permitem criar um regime alimentar mais completo para a alimentação de ruminantes, de modo a produzirem carne de qualidade, sendo ainda necessária uma fonte de fibra. Esta garantia de qualidade de produção possibilita reduzir a utilização de soja na alimentação animal, uma vez que é possível obter os mesmos benefícios com outras espécies, com particular interesse quando estas são produzidas mais próximo dos locais de utilização (Lestingi *et al.*, 2015).

4. Utilização de *Lathyrus tingitanus* na alimentação animal

4.1 Aspetos culturais

O género *Lathyrus*, que inclui cerca de 160 espécies (Allkin *et al.*, 1986), está distribuído por regiões temperadas do hemisfério norte e estende-se para a África Oriental tropical e América do Sul. A maior diversidade da espécie encontra-se nas regiões mediterrâneas e norte de África. Apesar de se estender também por outras regiões de África e América do Sul, a diversidade nestas zonas é reduzida (Kupicha, 1983).

Estudos realizados a partir de fósseis de origem botânica mostram que existem espécies do género *Lathyrus*, tais como *L.sativus* e *L.cicera*, que foram cultivadas ainda na época Neolítica (Peña-Chocarro e Peña, 1999). Há indícios de *L.sativus* ser mesmo, provavelmente, a cultura mais antiga da Europa (Kislev, 1989).

Neste trabalho, serão apresentadas as características da espécie *Lathyrus tingitanus*, aquela que foi utilizada no trabalho analítico. Porém, devido a não ter sido

encontrada informação sobre esta espécie nos dados bibliográficos recolhidos, algumas das referências serão relativas ao género *Lathyrus* ou à espécie *Lathyrus sativus*, por esta ser a mais comum e a mais analisada e estudada (Rosa *et al.*, 2000).

De acordo com Talavera *et al.* (1999), algumas das 32 espécies de *Lathyrus* existentes da Península Ibérica são de interesse económico, subdividas em dois grupos: o grupo das espécies com o objetivo de produzir sementes, como *L. sativus*, *L. tingitanus* e *L. cicera*; e o grupo das espécies destinadas à alimentação animal, como *L. ochrus*, *L. latifolius* e *L. sylvestris*. Apesar de ser considerada uma espécie com potencial para a produção de sementes, *Lathyrus tingitanus* também tem interesse na área da alimentação animal, nomeadamente pelo seu alto teor proteico, tanto em fresco como em forragens conservadas.

Dentre as espécies do género *Lathyrus*, o *Lathyrus sativus*, cujo nome comum é chícharo, é a cultura economicamente mais importante para consumo humano (em alguns países africanos e asiáticos, é um composto básico na alimentação da população), tornando-se na espécie mais cultivada dentro do género (Gurung *et al.*, 2011). Para além de todas as vantagens ligadas à qualidade e riqueza nutricional, as plantas do género *Lathyrus* também apresentam características que reduzem o aparecimento de doenças cardiovasculares (Anderson e Major, 2002), diabetes (Rizkalla *et al.*, 2002) e alguns tipos de cancro (Mathers, 2002). Porém, o género *Lathyrus* apresenta igualmente algumas desvantagens, como a presença de aminoácidos tóxicos (Akalu *et al.*, 1998; Yang *et al.*, 2006), razão pela qual a sua utilização na alimentação humana e animal, embora comum, deva ser controlada.

A época de sementeira ideal de *Lathyrus tingitanus* é entre fevereiro e abril, sendo que a espécie tem um ciclo cultural com uma duração de 100-120 dias, aproximadamente. A sementeira de *Lathyrus tingitanus* deve, em média, ser de 4 sementes por 0,03 m²/0,06 m². Esta sementeira é realizada com um espaçamento entre linhas de 30 a 40 cm e um espaçamento na linha de 10 a 15 cm. A profundidade de sementeira de *Lathyrus tingitanus* deve ser cerca de 5 cm.

A espécie *Lathyrus tingitanus* adapta-se a vários tipos de solo, pelo que as características do mesmo não se tornam uma limitação à sua produtividade. Adapta-se a solos pobres e secos, sendo uma leguminosa que prefere mesmo solos de baixa fertilidade e áridos, devido à sua grande tolerância a condições tanto de seca como de encharcamento (Campbell, 1997). Emile *et al.* (2008) referiram também que a sua sementeira é recomendada em regiões áridas e semi-áridas, destacando os baixos requisitos em fertilização e disponibilidade de água.

Para além das vantagens na fácil adaptação a diversos tipos de solo, *Lathyrus tingitanus* apresenta uma boa capacidade de fixação de azoto, característica das espécies leguminosas, razão pela qual é uma espécie muito utilizada na rotação com outras culturas mais exigentes em relação a este nutriente (Campbell, 1997).

Ainda, a sua raiz principal profundante impede a compactação do solo. No fim do ciclo, aquando da lavoura, a incorporação da cultura no solo devolve vários nutrientes ao mesmo, incluindo matéria orgânica, indispensável para as próximas culturas que se desenvolvam naquelas condições (Lazanyi, 2000).

Quando se colhem as plantas de *Lathyrus tingitanus*, preferencialmente no mês de julho (Yadav *et al.*, 2006), há vários destinos para o material vegetal colhido. As sementes e o material fresco têm um potencial forrageiro valioso, tanto na utilização para feno como para silagem (Emile *et al.*, 2008; Yadav *et al.*, 2006; Campbell, 1997).

Segundo Mihailovitch *et al.* (2013) há registos de produções com resultados de 50 toneladas de matéria verde/ha, que posteriormente se traduzem em 9 toneladas/ha de feno. Em relação à produção de sementes, há registos de produção de 2,5 toneladas/ha (Ecocrop, 2014).

4.2 Composição química

Segundo os estudos de Alibes *et al.* (1990) e Gonzalez *et al.* (2013), *Lathyrus sativus* apresenta a seguinte composição química (quadro 3):

Quadro 3: Composição química do grão e matéria fresca no estado vagem de *Lathyrus sativus* expressa em % na MS

Parâmetros	Valores grão (%)	Valores matéria fresca (%)
Autores	Gonzalez <i>et al.</i> (2013)	Alibes <i>et al.</i> (1990)
Matéria Seca	90,9	21,7
Cinza	3,2	10,5
Proteína Bruta	30,0	21,4
NDF	20,1	38,2
ADF	7,1	27,1
ADL	1,3	
Gordura Bruta	1,2	2,9
Amido	42	

De acordo com os valores constantes do quadro 3, cruzados com os do estudo conduzido por Pastor-Cavada *et al.* (2010), é possível concluir que o género *Lathyrus* tem interesse nutricional, nomeadamente o grão, no que diz respeito ao índice proteico. De um ponto de vista nutricional, a proteína deve ter um equilíbrio na

composição em aminoácidos e uma alta digestibilidade. Para que os aminoácidos presentes nas proteínas sejam utilizados, estas têm de ser digeridas. Assim, a digestibilidade da proteína também é um fator a ter em conta na análise da qualidade nutricional. Em relação à digestibilidade da proteína *In vitro* (IVPD), os estudos de Pastor-Cavada *et al.* (2010) mostraram que *Lathyrus pratensis* apresenta menor digestibilidade (76%), em oposição ao *Lathyrus annuus*, que apresenta o maior valor de digestibilidade, a rondar os 86.5%. A média de IVPD para as espécies de *Lathyrus* spp. é de 80.5%. Estes valores foram testados em ruminantes, nomeadamente em bovinos, segundo o método de Hsu, Vavak, Satterlee and Miller (1977).

Apesar de os valores de proteína bruta serem elevados, a utilização da mesma depende de dois fatores: a composição em aminoácidos e a digestibilidade proteica. Sendo que *Lathyrus tingitanus* tem uma digestibilidade elevada (cerca de 85%), a sua composição em aminoácidos apresenta algumas limitações (Pastor-Cavada *et al.*, 2011). De acordo com FAO (1985), *Lathyrus tingitanus* apresenta valores elevados (de acordo com o recomendado) de alguns aminoácidos essenciais, como a leucina, lisina, fenilalanina, valina e treonina, mas apresenta valores inferiores aos recomendados de triptofano, metionina e cisteína. Assim, para um alimento ser interessante para a alimentação animal, no que diz respeito ao teor proteico deve apresentar equilíbrio entre a composição de aminoácidos e a digestibilidade dos mesmos. *Lathyrus tingitanus*, ao apresentar uma elevada digestibilidade da proteína, é uma boa opção como fonte proteica, mas tem de ser compensada com outras fontes que consigam suprir as suas carências em aminoácidos. Porém, a existência de fatores anti-nutricionais, como inibidores de enzimas, taninos e alcalóides nesta espécie leva a que a sua utilização na alimentação dos animais seja moderada, a fim de garantir o bem-estar dos mesmos.

5. Utilização de *Pisum sativum* na alimentação animal

5.1 Aspetos culturais

A ervilha (*Pisum sativum*) é uma das principais espécies de leguminosas, a par da soja e do feijão (*Phaseolus vulgaris*) cultivadas em zonas do globo temperadas, com importância para a alimentação humana e para a alimentação animal (Muehlbauer *et al.*, 1997).

Esta cultura é muito utilizada como forragem, por apresentar um alto rendimento produtivo e um elevado teor proteico (Fraser *et al.*, 2001).

Historicamente, pensa-se que as ervilhas foram das primeiras espécies cultivadas, por volta de 7000-6000 aC, no Sudoeste Asiático, mais concretamente, na região hoje ocupada por países como a Índia e Afeganistão (Chittaranjan, 2007).

Segundo Oelke *et al.* (1991), depois de se constatarem as inúmeras vantagens desta espécie, esta foi levada não só para o resto da Ásia, nomeadamente para a China, como também para a Europa, especialmente para a Rússia e para o Sul da Europa, para a zona Mediterrânea.

Após a descoberta do Novo Mundo, na época dos Descobrimentos, as ervilhas passaram a ser cultivadas também na América e em África (Messiaen *et al.*, 2006).

As ervilhas apresentam características muito variadas entre si, fazendo parte da família das leguminosas herbáceas de rápido crescimento. Apresentam uma raiz que cresce em profundidade, produzindo também inúmeras raízes laterais, que aumentam a área de absorção de nutrientes. No topo, apresenta folhas alternadas, compostas com 1-3 pares de folíolos (Oelke *et al.*, 1991; Muehlbauer *et al.*, 1997; FAO, 2011). A inflorescência apresenta diversas cores, sendo esta característica um indicador da presença ou ausência de taninos na planta: as ervilhas que apresentem flores de cor branca produzem sementes sem taninos, enquanto as sementes de ervilhas com flores coloridas produzem sementes que contêm taninos (Prolea, 2008). As vagens são deiscentes e contêm várias sementes que adotam várias formas, desde globulares a anguladas (Muehlbauer *et al.*, 1997; FAO, 2011).

Devido à sua importância no mundo da alimentação animal, esta espécie tem sido alvo de variados estudos genéticos. Deste modo, já foram criadas muitas variedades, que sobrevivem às diferentes condições climáticas que se observam durante o ano agrícola, nomeadamente de Inverno e de Verão, de maturação precoce ou tardia, entre outras características (Maxted *et al.*, 2001).

As ervilhas têm a capacidade de se desenvolverem em ambientes muito diversificados, uma vez que podem ser semeadas até a uma altitude entre os 1000-1500 m (Messiaen *et al.*, 2006). Apesar de se desenvolverem em diversos ambientes, as plantas de *Pisum sativum* crescem melhor em climas relativamente frescos, numa gama de temperaturas médias entre os 7 e os 24° C e com uma precipitação anual entre os 800 e os 1000 mm, incidindo preferencialmente durante os primeiros estados de desenvolvimento (Oelke *et al.*, 1991; Messiaen *et al.*, 2006). O clima quente e o *stresse* provocado por falta de água e/ou elevada temperatura são muito prejudiciais para a cultura durante o período de floração (Oelke *et al.*, 1991).

Considerando estas características, podem ser definidas duas épocas de sementeira desta cultura: a de maio, correspondendo à variedade de Primavera, e a de novembro, correspondendo à variedade de Inverno.

Em locais onde o Inverno é muito frio e gelado, as ervilhas são cultivadas como uma cultura de Primavera, requerendo apenas 60 dias para se verificarem florescências e 100 para se verificar o amadurecimento e posterior secagem (Oelke *et al.*, 1991).

A sementeira é realizada a uma profundidade que varia entre os 2 e os 5 cm, dependendo dos solos (mais superficial em solos pesados e mais profunda em solos leves), verificando-se a germinação ao fim de 5 dias, aproximadamente (Oelke *et al.*, 1991).

A densidade de sementeira varia muito com o porte da planta e com as condições de cultivo. Um menor espaçamento leva a uma maior produtividade por área; porém, um espaçamento maior leva a uma maior produtividade por planta, a uma maior facilidade na altura da colheita e a uma menor quantidade de sementes por área. Para plantas de porte mais pequeno, que atingem uma altura entre os 25 cm e 1 m, a densidade de sementeira varia entre as 150 e as 450 plantas por m². Para plantas de porte maior, a densidade de sementeira pode variar entre as 70 e as 100 plantas por m² (Messiaen *et al.*, 2006).

A espécie *Pisum sativum* adapta-se bem a variados tipos de solo, tanto a solos arenosos como a solos argilosos pesados, desde que apresentem uma boa capacidade de drenagem FAO (2011).

Em relação ao pH, as ervilhas crescem idealmente em solos ligeiramente ácidos (5,5-6,5), mas também podem crescer em solos neutros ou ligeiramente básicos (7-8), desde que o manganês não esteja presente no solo em teores excessivos, tóxicos para a planta, afetando grandemente a produção (Oelke *et al.*, 1991; FAO, 2011).

Os solos que se apresentem demasiado ácidos (pH<5), com elevado teor de alumínio e mal drenados são prejudiciais ao crescimento da ervilha, afetando a sua produtividade e, em casos extremos, a saúde da planta (Messiaen *et al.*, 2006).

Pertencendo à família das leguminosas, as ervilhas melhoram muito a fertilidade do solo, uma vez que têm a capacidade de fixar N. Se o solo apresentar um pH inferior a 5,7, a inoculação das sementes com *Rhizobium leguminosarum* torna-se indispensável.

Com esta capacidade fixadora, esta cultura diminui os requisitos em fertilizantes azotados. Numa rotação de culturas em que se utilize ervilha, o produtor pode poupar cerca de 150 kgN/ha. Porém, após a rotação, é importante que as culturas seguintes sejam escolhidas de modo a limitar as perdas de nitratos por lixiviação (Charles *et al.*, 2001).

As ervilhas forrageiras devem ser colhidas na fase de floração, para se obter o máximo de rendimento desta cultura. Após essa fase, a sua digestibilidade e valor alimentar diminuem (FAO, 2011). Se a colheita for muito precoce, tal tem impacto na ensilagem da ervilha: aumenta a probabilidade de proteólise nos primeiros dias, sendo impossível remediar o problema (Rondahl *et al.*, 2010). A perda de qualidade nutritiva verifica-se, sobretudo, nas cultivares mais folhosas (Borreani *et al.*, 2007).

Porém, como muitas vezes as ervilhas são associadas a outras culturas, o principal problema é estabelecer o melhor momento de colheita de todas as espécies envolvidas, como o objetivo de obter o melhor valor nutritivo sem comprometer o rendimento produtivo das espécies (Anil *et al.*, 1998).

Dando como exemplo a associação entre a ervilha e a aveia (*Avena sativa*), que é muito utilizada, a ervilha deve ser colhida no estado de enchimento das vagens, enquanto a aveia deve ser colhida no estado de grão leitoso (Rondahl *et al.*, 2006).

Segundo a FAO (2011) e Bilgili *et al.* (2010), o correto manejo agronómico da ervilha forrageira pode levar a rendimentos produtivos que variam entre as 5 e as 36 t de MS / ha, dependendo das condições ambientais.

Depois de colhidas, as plantas podem ter dois destinos: a fenação ou a ensilagem. O primeiro destino raramente é utilizado, devido ao elevado teor de humidade, que prejudica o processo de fenação (Borreani *et al.*, 2007). O segundo destino é o mais utilizado, uma vez que fornece proteína e amido à silagem (Rondahl *et al.*, 2010).

No ato da colheita, a altura do restolho deve ser de cerca de 10 cm acima do solo e a faixa de corte não deve ser virada, para evitar a contaminação por parte do solo. Segue-se o processo de ensilagem, através da inoculação com *Lactobacillus plantarum* ou pela adição de um ácido, a fim de baixar o pH para a fermentação poder ocorrer. É importante garantir que todo o processo é selado hermeticamente, a fim de garantir uma silagem de alta qualidade (Fraser *et al.*, 2001).

As ervilhas são muito afetadas pelos pulgões, mas são facilmente tratadas por pulverizações de pesticidas.

Em relação às doenças, a mais verificada nas ervilhas é a ascoquitose (*Ascochyta* spp.), mais vulgarmente conhecida pela queima das folhas, que leva a perda de produção da cultura. Também se verifica a antracnose, que é uma doença causada por fungos do género *Colletotrichum* e *Gloeosporium*. Manifesta-se no aparecimento de necroses nos caules, levando à murchidão e, por fim, à morte de tecidos.

5.2 Composição química

As ervilhas, isoladamente, apresentam benefícios nutricionais. Porém, ao serem semeadas com outras culturas, como alguns cereais, apresentam ainda maiores benefícios, devido à complementação que se verifica entre as espécies (Ksiezak *et al.*, 2009).

Segundo Faulkner (1985), ao semear ervilhas com cereais aproveita-se a proteína e a energia fornecida pela ervilha e a fibra proveniente dos cereais. Numa agricultura onde se pretende cada vez mais diminuir a utilização de adubos químicos e se valorizam as vantagens próprias das espécies, a ervilha é considerada como uma componente importante nesta mistura com cereais. Porém, para conseguir obter uma razão ervilha/cereal próxima de 1, é necessário semear cerca de 70% de ervilha para 30% de cereal (Anderson *et al.*, 2002).

Segundo Alibes *et al.* (1990), Abreu *et al.* (1998), Barreira-Guillot *et al.* (1999), Bruno-Soares *et al.* (2000) e Skiba *et al.* (2008), a composição química da ervilha é a que se apresenta no quadro 4:

Quadro 4: Composição química da palha, grão e matéria fresca no estado vagem de *Pisum sativum* expressa em % na MS

Parâmetros	Valores palha (%)	Valores grão (%)	Valores matéria fresca (%)
Autores	Abreu <i>et al.</i> (1998), Bruno-Soares <i>et al.</i> (2000)	Barreira-Guillot <i>et al.</i> (1999), Skiba <i>et al.</i> (2008)	Alibes <i>et al.</i> (1990)
Matéria Seca	88,8	86,5	15,6
Cinza	9,8	3,5	9,1
Proteína Bruta	8,2	23,9	17,7
NDF	54,9	14,2	31,1
ADF	38,7	7,0	23,1
ADL	7,2	0,4	4,8
Gordura Bruta		1,2	3,1
Amido		51,3	13,9

Ao compararem a composição química da ervilha com a de outras leguminosas, como a fava ou a soja, Mustafa e Seguin (2003) observaram que os valores dos diferentes parâmetros referentes à ervilha são, normalmente, inferiores às outras leguminosas, excepto o teor de amido.

Os estudos de Abreu e Bruno-Soares (1998) mostraram que a espécie *Pisum sativum*, dentro do grupo das leguminosas, apresenta valores de energia bruta (EB) mais baixos, uma vez que apresente teores de gordura inferiores. Os autores concluíram, no entanto, que a utilização de ervilha ensilada na alimentação animal é interessante. A elevada digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína e fibra que apresenta, em relação a outras leguminosas, compensa a menor percentagem destas componentes na composição química, traduzindo-se numa maior eficiência dos animais na utilização das mesmas.

6. Utilização de *Cicer arietinum* na alimentação animal

6.1 Aspetos culturais

A espécie *Cicer arietinum*, vulgarmente conhecida por grão-de-bico, é uma das leguminosas mais importantes no mundo, por ser uma valiosa fonte de proteínas, vitaminas e minerais (FAO,1993). Pensa-se que as primeiras produções de grão-de-bico ocorreram em 7000 aC, na Ásia, tendo a cultura sido disseminada para a Europa em 2000 aC (Ecoport, 2013).

Contudo, a principal escolha para a produção de fontes proteicas ainda recai sobre a soja. Vários países da região Mediterrânica (Miguel Gordillo, 1991), da África, da América e da Ásia, nomeadamente a Índia, têm tentado combater esta tendência e têm apostado na produção de grão-de-bico (Singh, 1988; Chavan *et al.*, 1989).

Dentro da espécie *Cicer arietinum*, podem encontrar-se duas variedades principais, que se distinguem pela cor e pela zona geográfica onde são produzidas: a variedade *Kabuli*, de cor branca/creme e proveniente da Europa e Médio Oriente, utilizada para a alimentação humana; e a variedade *Desi*, que pode apresentar uma grande variedade de cores, desde amarelo a castanho-escuro. É produzida na Índia e na Ásia Oriental e é utilizada para alimentação animal (Bampidis *et al.*, 2011).

O grão-de-bico é uma proteagínosa de crescimento rápido e ramificado, atingindo uma altura média que varia entre os 20 e os 60 cm. Possui uma raiz principal muito profunda (2 m) e várias raízes secundárias, responsáveis por extrair água e nutrientes das camadas mais superficiais do solo (15-30 cm). Tem flores de 5 cm de

comprimento, de forma oval. As vagens contêm as sementes (2 a 3 por vagem), que são variáveis no tamanho (5 a 10 mm), na forma (esférica ou angular) e na cor (branco/creme a castanho-escuro) (Van der Maesen, 1989; Bejiga *et al.*, 2006; Ecoport, 2013).

Apesar de a finalidade da produção de grão-de-bico ser principalmente a alimentação humana, é uma cultura muito importante para a alimentação animal, pelo alto teor proteico e energético que incorpora nos regimes alimentares. Para além do grão, a palha também é muito utilizada na alimentação de ruminantes (Bampidis *et al.*, 2011).

A sementeira do grão-de-bico é, tradicionalmente, diferente da de outras leguminosas, por ser feita na Primavera (março) e não no Outono/Inverno, o que leva a que não se atinja a maximização do rendimento produtivo, nem o maior benefício de fixação de azoto que a cultura é capaz de efetuar (Duarte e Pereira, 2016, *citados in* Silim e Saxena, 1997), uma vez que nas Primaveras pouco húmidas as plantas têm mais dificuldade em se desenvolver.

A alteração da data de sementeira do grão-de-bico, da Primavera para o Outono/Inverno, foi realizada pela primeira vez no ICARDA (International Center for Agricultural Research in Dry Areas) e mostrou resultados interessantes, uma vez que se verificaram rendimentos produtivos superiores, devido ao facto de o crescimento e desenvolvimento das plantas acontecerem durante uma época onde se verificam maiores valores de humidade. A estas vantagens, acrescem a maior densidade de plantas, que atingem uma maior altura, o que facilita a colheita, diminuindo assim os custos de produção (Duarte e Pereira, 2016).

Apesar de se verificarem maiores vantagens na sementeira de Outono/Inverno, há casos onde estas não são visíveis. Quando o teor de humidade é elevado, associado a um aumento considerável de temperatura, durante o crescimento da planta, potencia-se a ação do fungo *Ascochyta rabiei*, que é prejudicial à cultura. Por outro lado, no caso da sementeira de Primavera, se as temperaturas mínimas médias foram muito baixas ($T < 15^{\circ}\text{C}$), torna-se mais apelativa do que a sementeira de Outono/Inverno, pois existe uma menor perda de sementes (Duarte e Pereira, 2016, *citados in* Siddique *et al.*, 1999).

Visto que a precipitação total afeta mais o rendimento produtivo na época de sementeira da Primavera (necessita de maiores níveis de precipitação), a escolha da época de sementeira de Outono/Inverno torna-se particularmente recomendável nas regiões do clima mediterrâneo, uma vez que nesta se verifica uma grande flutuação

nos valores de precipitação total (Duarte e Pereira, 2016, *citados in* Silim e Saxena, 1997).

Para além de todas as vantagens previamente descritas, a sementeira de Outono/Inverno também ganha importância pela maior capacidade de fixação de azoto atmosférico, 80-120 kg N/ha no Outono/Inverno, comparados com 25-40 kg N/ha na sementeira de Primavera (Duarte e Pereira, 2016).

A sementeira é realizada a uma profundidade aproximada de 5 cm, dependendo da compactação do solo (em solos mais compactos, a sementeira é mais superficial).

Segundo Bejiga *et al.* (2006), a densidade de sementeira ótima da cultura varia entre as 40-60 sementes/m² (180-220 kg/ha) para as variedades de calibre elevado e as 120-150 sementes/m² (120-160 kg/ha) para as variedades de menor calibre. Estas densidades garantem uma boa cobertura do solo, uma melhor eficiência na interceção de radiação solar e um melhor controlo das infestantes. Porém, após a sementeira, é necessário o controlo de infestantes durante o primeiro mês.

É uma cultura que vegeta bem tanto em solos argilosos como em solos arenosos, desde que se garanta uma boa drenagem dos mesmos e baixos níveis de salinidade, de cálcio (provoca o endurecimento da semente) e de sódio. Desenvolve-se em solos pouco ácidos, neutros ou pouco básicos (pH entre 5 e 8) (Ecoport, 2013; Van der Maesen, 1989). Apesar de poder ser cultivada em solos ácidos, solos demasiado ácidos favorecem os ataques de *Fusarium* spp. (Duarte e Pereira, 2016).

Esta espécie adapta-se a locais onde a precipitação varia entre 500 e 1800 mm, desde que se garanta que o solo tenha capacidades para conseguir drenar corretamente a água da chuva (Bejiga *et al.*, 2006).

Para aumentar o rendimento produtivo da cultura, a fertilização torna-se num fator a ter em consideração. Por cada tonelada de semente produzida, a cultura do grão-de-bico extrai do solo, aproximadamente, 45 kg de N, 8 kg de P₂O₅ e 35 kg de K₂O. Porém, como a leguminosa é capaz de fixar azoto atmosférico, através da simbiose com *Rhizobium*, não necessita de adubação azotada. No caso de ser a primeira vez que se semeia a cultura de grão-de-bico no campo, aconselha-se a adubação de fundo à base de azoto, fósforo e potássio (Duarte e Pereira, 2016).

A colheita do grão-de-bico geralmente ocorre em julho/agosto, ou seja, cerca de 4-5 meses após a sementeira, quando os grãos começam a ter uma cor amarelada

(Ecocrop, 2013). Posteriormente, deixa-se secar a planta e separam-se os grãos da palha.

Se o grão-de-bico for semeado para forragem, o primeiro corte pode ocorrer 45 dias após a sementeira, para depois se efetuarem novos cortes. A produtividade a partir do segundo corte aumenta de 0,4-0,6 t/ha para 1,2-4,5 t/ha (Khan *et al.*, 1999). Porém, em condições de regadio, podem atingir-se produtividades de 4,5-5 t/ha, mas apenas em condições experimentais muito controladas (Illiadis, 2001; Bejiga *et al.*, 2006; Ecocrop, 2013).

Segundo Duarte e Pereira (2016), as culturas de *Cicer arietinum* podem ser afetadas por infestantes, doenças e pragas.

Na sementeira de Outono-Inverno, a cultura de grão-de-bico não se mostra competitiva com as infestantes. Neste caso, a principal atenção deverá cair sobre as infestantes que se encontram no solo antes da sementeira. Se os solos apresentarem infestantes de diversas espécies, o seu combate torna-se difícil, uma vez que não existem herbicidas homologados para esse elevado número de infestantes. Assim, o seu combate através de tratamentos químicos torna-se caro para o produto e aumenta a toxicidade no solo.

Após a sementeira, as infestantes que ocorrem entre o período vegetativo e o início da floração são as mais prejudiciais para a cultura e para o seu rendimento produtivo; por essa razão, promove-se um espaçamento de entrelinha de 50 cm, para ser possível retirar mecanicamente as infestantes enquanto as plantas da cultura de grão-de-bico ainda estão em desenvolvimento prematuro.

Dentro das doenças que podem afetar a cultura, as mais perigosas são a raiva e a fusariose (Duarte e Pereira, 2016). A raiva é causada pelo fungo *Ascochyta rabiei* que ataca toda a parte aérea de planta (caules, folhas e vagens), manifestando-se sob forma de manchas circulares castanhas, delimitadas por anéis mais escuros, denominados necroses. Para o tratamento da doença, Duarte e Pereira (2016) sugerem as rotações de culturas e a utilização de variedades resistentes à doença.

A fusariose é uma causada por fungos do género *Fusarium*, sendo o mais conhecido o *Fusarium oxysporum*, que é responsável pela fusariose vascular, ou, como é vulgarmente conhecida, murchidão da planta. Para prevenir a ocorrência desta doença, os produtores devem utilizar variedades resistentes, sempre que possível, ou antecipar a data de sementeira (Duarte e Pereira, 2016).

De acordo com Duarte e Pereira (2016), dentro das pragas que podem afetar a cultura de *Cicer arietinum* as mais importantes são a mineira da folha e a lagarta.

A mineira da folha é provocada pelo díptero *Liriomyza cicerina*, que põe ovos na epiderme da semente. As larvas atacam posteriormente as folhas, o que leva à redução da área fotossintética e à queda precoce das folhas. O método mais utilizado para combater esta praga é a realização de sementeiras mais profundas, de modo a evitar o contacto entre o díptero e a semente.

A lagarta é causada pelo lepidóptero *Helicoverpa armigera*. O perigo que advém desta praga está nas larvas, que se alimentam das folhas, flores, vagens e até sementes. Porém, como é uma praga que não tem grande impacto nos solos do nosso país, não existem tratamentos específicos nem obrigatórios que funcionem como tratamentos preventivos (Duarte e Pereira, 2016).

6.2 Composição química

Após vários estudos na área da nutrição animal, o grão-de-bico (*Cicer arietinum*) tem sido considerado uma boa fonte proteica dietética, isto é, importante para a incorporação em dietas alimentares, por ter um bom equilíbrio de aminoácidos e por ter uma grande disponibilidade e digestibilidade proteica (Friedman, 1996).

No quadro 5, são apresentados os valores da composição química de grão-de-bico, de acordo com os estudos de Abreu *et al.* (1998) e de Nalle (2009):

Quadro 5: Composição química da palha e grão de *Cicer arietinum* expressa em % na MS

Parâmetros	Valores palha (%)	Valores grão (%)
Autores	Abreu <i>et al.</i> (1998)	Nalle (2009)
Matéria Seca	90,4	89,0
Cinza	7,4	3,5
Proteína Bruta	5,4	22,3
NDF	65,6	11,2
ADF	46,9	4,4
ADL	11,9	0,2
Gordura Bruta		6,4
Amido		50,1

O grão-de-bico, em comparação com outras leguminosas, não apresenta valores de proteína e fibra particularmente interessantes. Porém, os teores de gordura e amido que possui, aliados aos muitos minerais que o caracterizam, nomeadamente cálcio, fósforo, magnésio e potássio, fazem com que seja uma alternativa interessante para a alimentação animal, nomeadamente no caso de bovinos leiteiros (Bampidis *et*

al., 2011), podendo substituir alguns grãos de cereais sem que o rendimento nem a composição do leite sejam afetados.

Em termos energéticos, *Cicer arietinum* apresenta um valor de energia bruta muito próximo do valor de EB da ervilha (Abreu e Bruno-Soares, 1998).

O grão-de-bico, pela sua riqueza energética e pela sua composição química, é uma espécie interessante para a alimentação de ruminantes (Bampidis *et al.*, 2011). Porém, a sua riqueza em compostos secundários, como inibidores de proteases e amilase, podem inibir o funcionamento do sistema gastrointestinal, mais especificamente, diminuem a eficiência de absorção de nutrientes, o que afeta negativamente o crescimento e desenvolvimento do animal.

Ao analisar a taxa de eficiência proteica (PER) em bovinos, verifica-se que os seus valores médios diferem entre 1,5-1,7 (Bampidis *et al.*, 2011). Estes valores mostram que a proteína proveniente do grão-de-bico não é de grande qualidade (PER>2); porém, apresenta uma boa capacidade de digestibilidade proteica (80-85%) e uma alta digestibilidade da matéria orgânica (92%).

Assim, Bampidis *et al.* (2011) sugeriram que a utilização de grão-de-bico na alimentação animal deve ser realmente estudada e aplicada, nomeadamente a sua palha, pelo elevado valor nutricional, desde que em quantidades limitadas (de modo a diminuir a ação dos compostos secundários e, assim, melhorar a digestibilidade proteica e a digestibilidade energética) e sempre associada a outras culturas, como tremçoço, fava ou ervilha, que consigam colmatar as suas limitações.

7. Produção, conservação e valor alimentar de forragens

A produção de alimento para ruminantes tem como pilares a utilização de pastagens e/ou de forragens, através das suas formas de conservação (Moreira, 2002).

As pastagens são as culturas ou conjunto de culturas que são aproveitadas pelos animais diretamente do solo e, por isso, estão sujeitas ao pisoteio e aos dejetos libertados pelos mesmos (Moreira, 2002).

Forragens são culturas herbáceas que são colhidas antes da maturação completa, para serem fornecidas aos animais em verde ou após conservação (Moreira, 2002).

A conservação torna-se indispensável na alimentação animal para ser possível fornecer alimento aos ruminantes quando este não está disponível na natureza (nomeadamente no Verão).

A conservação de forragens visa preservar a qualidade das forragens verdes que não são oferecidas aos animais imediatamente a seguir ao corte. Porém, esta conservação promove alterações na composições física e química das plantas, o que afeta o valor alimentar das forragens

A conservação pode ser realizada através da fenação ou da ensilagem. A fenação é o processo pela qual se seca a forragem com recurso à energia solar. É necessário que o teor de humidade da forragem baixe para valores não superiores a 15%, para que se impeça o desenvolvimento de microrganismos que alterem a sua qualidade. A ensilagem é o processo pelo qual se transforma a forragem sob forma húmida. Porém, para a ensilagem ser corretamente efetuada, é necessário respeitar a anaerobiose no silo, para impedir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e criar um meio ácido para inibir a ação de enzimas proteolíticas das plantas (Demarquilly, 1987).

O valor alimentar pode definir-se como a resposta do animal (rendimento produtivo) ao consumo de uma forragem. Este divide-se no valor nutricional por unidade de massa da forragem e nas quantidades ingeridas pelos animais, quando não existem restrições na quantidade de alimento fornecido (Demarquilly, 1989).

O valor alimentar é variável, uma vez que depende de inúmeros factores referentes à planta, como a espécie e fase de desenvolvimento; fatores edafo-climáticos, como o tipo de solo e o clima; e fatores ligados ao animal, como a espécie, a quantidade de ingestão e o número de ingestões diárias (Borba, 1992). De todos estes fatores, aqueles que mais afetam o valor alimentar das forragens são os que estão ligados à planta, pois são estes que definem a composição das forragens (Jarrige *et al.*, 1995).

8. Material e Métodos

8.1 Trabalho experimental

8.1.1 Espécies botânicas estudadas

Como referido anteriormente, o caso de estudo utiliza plantas de cinco espécies diferentes:

- *Opuntia ficus-indica*;
- *Lathyrus tingitanus*;
- *Lupinus albus*, variedade *Estoril*;
- *Pisum sativum*;
- *Cicer arietinum*, variedade *Elvar*.

8.1.2 Talhões experimentais

Na metodologia experimental, as espécies foram cultivadas em dois lugares distintos: a *Opuntia ficus-indica* numa exploração em Portalegre (Monte dos Inglesinhos), gentilmente cedida por um familiar.

As restantes quatro espécies foram cultivadas em talhões localizados no Instituto Superior de Agronomia. As sementeiras foram realizadas nos solos predominantes no Instituto Superior de Agronomia, de tipo franco-argiloso, sem que tenha havido especial preparação de solos, a não ser a remoção dos resíduos das culturas anteriores e uma mobilização do solo de 15 cm de profundidade.

Cada talhão tinha uma área aproximada de 4 m² (2 m x 2m), sendo que a densidade de sementeira de cada espécie respeitou as proporções em relação às densidades aplicadas em culturas de maior extensão.

8.1.3 Data de sementeira

A sementeira foi realizada no Instituto Superior de Agronomia, no dia 17 do mês de novembro do ano de 2016.

8.1.4 Densidade de sementeira

A densidade de sementeira utilizada para as espécies semeadas no Instituto Superior de Agronomia foi a seguinte:

- *Lupinus albus*: 100 kg/ha
- *Lathyrus tingitanus*: 100 kg/ha
- *Pisum sativum*: 170 kg/ha
- *Cicer arietinum*: 180 kg/ha

8.1.5 Data de colheita

As culturas de *Lathyrus tingitanus*, *Lupinus albus*, *Pisum sativum* e *Cicer arietinum* foram colhidas no Instituto Superior de Agronomia (ISA) durante o mês de julho, no estado de plena maturação. Por seu turno, a cultura de *Opuntia ficus-indica*, no Monte dos Inglesinhos, tinha sido colhida numa outra época, em condições que se considerou não comprometerem o objetivo do estudo, como adiante melhor se explicará.

No caso das plantas cultivadas no ISA, a colheita foi realizada manualmente e a amostra foi guardada em sacos de plástico (2 por espécie), os quais foram posteriormente enviados para laboratório. A divisão da amostra teve em vista a análise do grão e da palha.

8.1.6 Condições edafo-climáticas

Como já referido, a cultura de *Opuntia ficus-indica* foi semeada em Portalegre e colhida num ano diferente, em relação às culturas semeadas no Instituto Superior de Agronomia; por essa razão, não são apresentados dados climáticos. Sem prejuízo disso, porque conhecemos as condições da sementeira e da colheita efetuada e nos foi prestada toda a informação relevante sobre a matéria, entendemos poder incluir esta informação no nosso estudo.

As outras quatro espécies, semeadas em 17 de novembro de 2016 e colhidas em 20 julho de 2017. As culturas foram sujeitas às condições climáticas presentes em Lisboa, nesses anos, constantes no quadro 6, segundo os registos da Estação Meteorológica da Tapada da Ajuda – Lisboa, com a seguinte localização: Latitude: 38° 42' N, Longitude: 9° 11' O, Altitude: 60 m.

É de referir que todos os valores de Temperatura do ar e de Humidade Relativa foram medidos a 1,5 metros de altura do solo.

No quadro 6 apresentamos os valores de temperatura, humidade relativa e precipitação, para o período de crescimento e desenvolvimento das culturas.

Quadro 6 – Condições climáticas verificadas na Estação Meteorológica da Tapada da Ajuda (ISA) / Lisboa (nov 2016/jul 2017)

Mês	T méd (°C)	T máx (°C)	T mín (°C)	HR méd (%)	HR máx (%)	HR mín (%)	R total (mm)
nov/16	13,9	⁽¹⁾ 23,9	⁽²³⁾ 5,3	(-)	(-)	(-)	^(*) 73,4
dez/16	12,2	⁽⁶⁾ 20,6	⁽²⁰⁾ 2,8	(-)	(-)	(-)	^(*) 66
jan/17	10,5	⁽¹¹⁾ 19,3	⁽²⁰⁾ 0-4	78,1	⁽⁶⁾ 100	⁽¹⁸⁾ 25	^(*) 50,3
fev/17	12,7	⁽²²⁾ 21,1	⁽¹⁰⁾ 4,8	78,3	⁽¹⁾ 100	⁽²¹⁾ 36	63,2
mar/17	13,6	⁽⁹⁾ 27,3	⁽²³⁾ 4,0	73,5	⁽²⁹⁾ 100	⁽¹⁸⁾ 19	81,9
abr/17	17,2	⁽¹¹⁾ 28,9	⁽³⁾ 7,4	61,9	⁽¹⁵⁾ 98	⁽¹⁷⁾ 21	4,3
mai/17	18,7	⁽¹⁶⁾ 32,3	⁽²⁾ 6,4	69,9	⁽⁷⁾ 98	⁽²⁾ 12	58,2
jun/17	21,7	⁽¹⁷⁾ 40,3	⁽²⁾ 11,9	62,9	⁽²¹⁾ 97	⁽¹⁸⁾ 16	1,5
jul/17	22,0	⁽¹²⁾ 36,1	⁽³¹⁾ 13,7	63,7	⁽¹⁶⁾ 96	⁽²⁾ 13	2,2

Fonte: Instituto Português do Mar e Atmosfera

Tméd – Temperatura média

Tmáx – Temperatura máxima

Tmín – Temperatura mínima

HRméd – Humidade Relativa média

HRmáx – Humidade Relativa máxima

HRmín – Humidade Relativa mínima

Rtotal – Precipitação Total

(*) – Falha de observação de alguns valores

(1) – Primeiro dia do mês em que se verificou a observação

(-) – Ausência de dados

Para melhor análise dos dados evidenciados no quadro 6, apresenta-se a figura 1, que favorece a compreensão das oscilações de valores verificados:

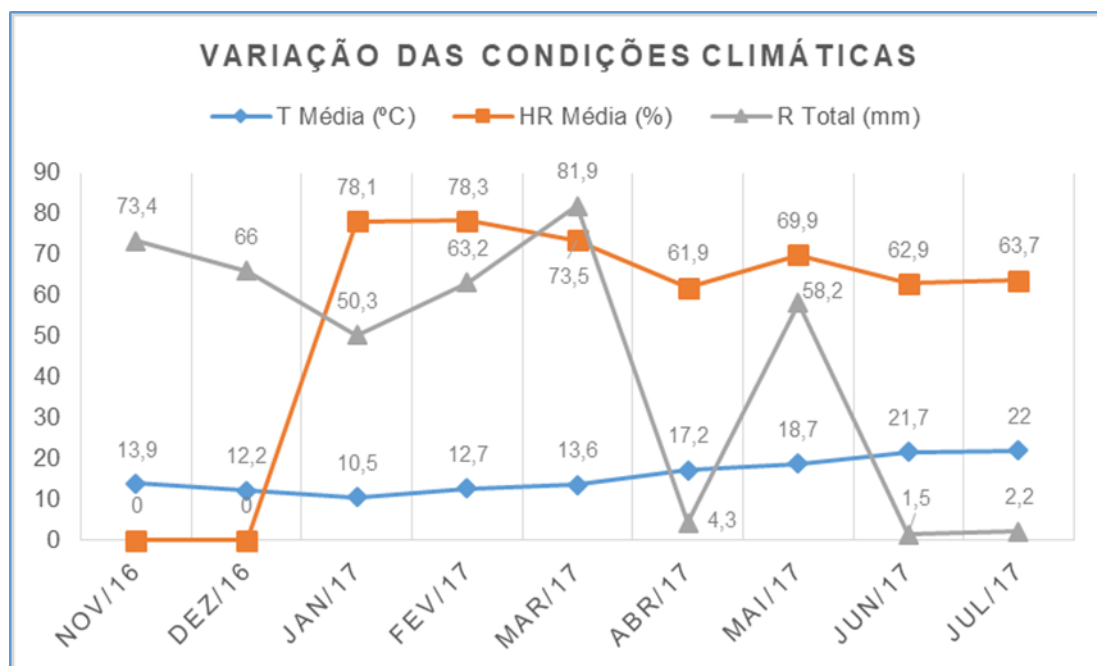


Figura 1 – Variação das condições climáticas verificadas no ISA: temperatura média, humidade relativa média e precipitação total (nov 2016/jul 2017)

NOTA: os pontos que tomam valor 0 correspondem a ausência de dados

Através da figura 1, observa-se que o ano de 2017 (nos meses analisados) foi especialmente seco, com pouca pluviosidade total, tendo o valor máximo ocorrido em março. É também importante referir que, na altura da sementeira (novembro de 2016), a precipitação verificada foi reduzida, o que pode ter provocado índices produtivos mais baixos. No Verão, dois meses antes da colheita, verificou-se uma precipitação quase nula, o que afetou a nutrição da cultura.

No que diz respeito à temperatura, pode observar-se que as temperaturas médias durante o período de produção se mantiveram amenas (cerca de 15°C) até junho, aumentando depois para perto dos 20°C, não comprometendo, porém, o desenvolvimento da planta e conseqüente rendimento produtivo.

A humidade relativa, nos meses em que houve registo, tomou valores próximos de 70%, o que potenciou o rendimento produtivo das plantas, uma vez que não são valores considerados muito elevados ou baixos.

8.1.7 Espécie animal

Neste trabalho irá ser estudada a possibilidade de utilizar *Opuntia ficus-indica* associada a leguminosas na alimentação de bovinos de carne.

A raça escolhida foi a raça Limousine. O modo de produção utilizada foi a produção extensiva, de modo a que os animais atingissem um peso médio de 425 kg.

8.2 Análise química

Depois da colheita das amostras de material vegetal, estas foram levadas para o laboratório Pais de Azevedo e submetidas a uma moenda por um crivo de 1 mm. As amostras foram conservadas em frascos de vidro para posteriores análises.

Foram efectuadas as seguintes análises sobre as amostras de grãos e de palhas (3 vezes para cada amostra). Os dados analíticos relativos às palmas da figueira-da-índia utilizados neste trabalho foram igualmente obtidos por análises efectuadas no laboratório.

- Matéria Seca (MS) - por secagem de amostra em estufa (103-105°C), até se atingir um peso constante.
- Cinza - por incineração completa da amostra a 550°C.
- Proteína Bruta (PB) – por aplicação do método de Kjeldahl.
- Dos constituintes da parede vegetal (NDF, ADF, ADL) - por aplicação do método de Van Soest (Van Soest et al, 1991).

Apenas nas amostras de grão (nas palhas não foi analisado, mas foi considerado um valor residual de 2% para a posterior determinação do valor nutritivo das mesmas), foram também realizadas as análises de:

- Gordura Bruta (GB) – por aplicação do método de extração de Soxtec.
- Amido – por aplicação do método Total Starch (Amyloglucosidade/ α amylase method) – Megazyme (fevereiro 2017).

9. Análise de resultados e discussão

9.1 Resultados laboratoriais das leguminosas

9.1.1 Quadro síntese

No quadro 7 apresenta-se os resultados das análises laboratoriais.

Quadro 7 – Composição química dos grãos e palhas das quatro espécies de leguminosas em estudo

Identificação da Amostra	MS (%Matéria original)	Cinza	PB	NDF	ADF	ADL	GB	Amido
		g/100g de MS						
<i>Cicer arietinum</i> (palha)	91,1	7,8	3,1	65,6	44,6	12,0	2	
<i>Lupinus albus</i> (palha)	90,5	7,6	4,9	61,1	45,6	6,9	2	
<i>Lathyrus tingitanus</i> (palha)	91,4	7,2	4,9	71,1	49,7	11,1	2	
<i>Pisum sativum</i> (palha)	92,3	6,2	5,0	68,9	51,1	10,4	2	
<i>Cicer arietinum</i> (grão)	90,9	3,5	18,1	13,0	0,8	0,7	6,0	45,9
<i>Lupinus albus</i> (grão)	93,0	3,5	28,7	23,4	15,8	2,3	10,8	4,6
<i>Lathyrus tingitanus</i> (grão)	90,9	3,5	33,1	19,9	6,8	0,3	0,9	36
<i>Pisum sativum</i> (grão)	87,5	3,1	20,2	16,6	4,1	0,6	1,2	46,6

Depois de construir este quadro-síntese, procedemos à construção de alguns gráficos, para facilitar o processo de análise dos resultados. Assim, como se verá adiante, cada parâmetro da análise nutricional (PB, NDF, ADL, ADF, GB e Amido) terá um gráfico, para que se proceda a comparações dentro da mesma espécie (entre a palha e o grão) e, posteriormente, se possam fazer comparações entre espécies

diferentes, para conclusões mais fundamentadas e globais (comparando as palhas com as palhas e os grãos com os grãos).

9.1.2 Matéria seca

As palhas e os grãos em estudo apresentam um teor de MS que varia de 90,5% a 92,3% e 87,5% a 93,0%, respectivamente, compatível com uma boa conservação dos mesmos.

9.1.3 Cinza

A cinza representa o teor global de minerais do alimento e possibilita o cálculo da matéria orgânica (MO) do mesmo (diferença entre 100 e a % de cinza na MS).

Assim, o teor de cinza das palhas varia entre 6,2% e 7,8% e o teor de cinza dos grãos varia entre 3,1% e 3,5%, significando que as respectivas MO variam entre 92,2% e 93,8% e 96,5% e 96,9%.

Os resultados obtidos laboratorialmente são corroborados pela revisão bibliográfica (Barreira-Guillot *et al.*, 1999; Brand *et al.*, 2004; Skiba *et al.*, 2008; Nalle, 2009 e Gonzalez *et al.*, 2013).

Verificamos, também, que o teor de cinza é sempre superior no produto palha em comparação com o produto grão contribuindo para o valor energético potencial inferior das palhas relativamente aos grãos. Esta tendência é observada em todas as espécies.

9.1.4 Proteína bruta

Para a Proteína Bruta, seguimos a mesma metodologia e propusemo-nos aos mesmos objetivos já antes descritos.

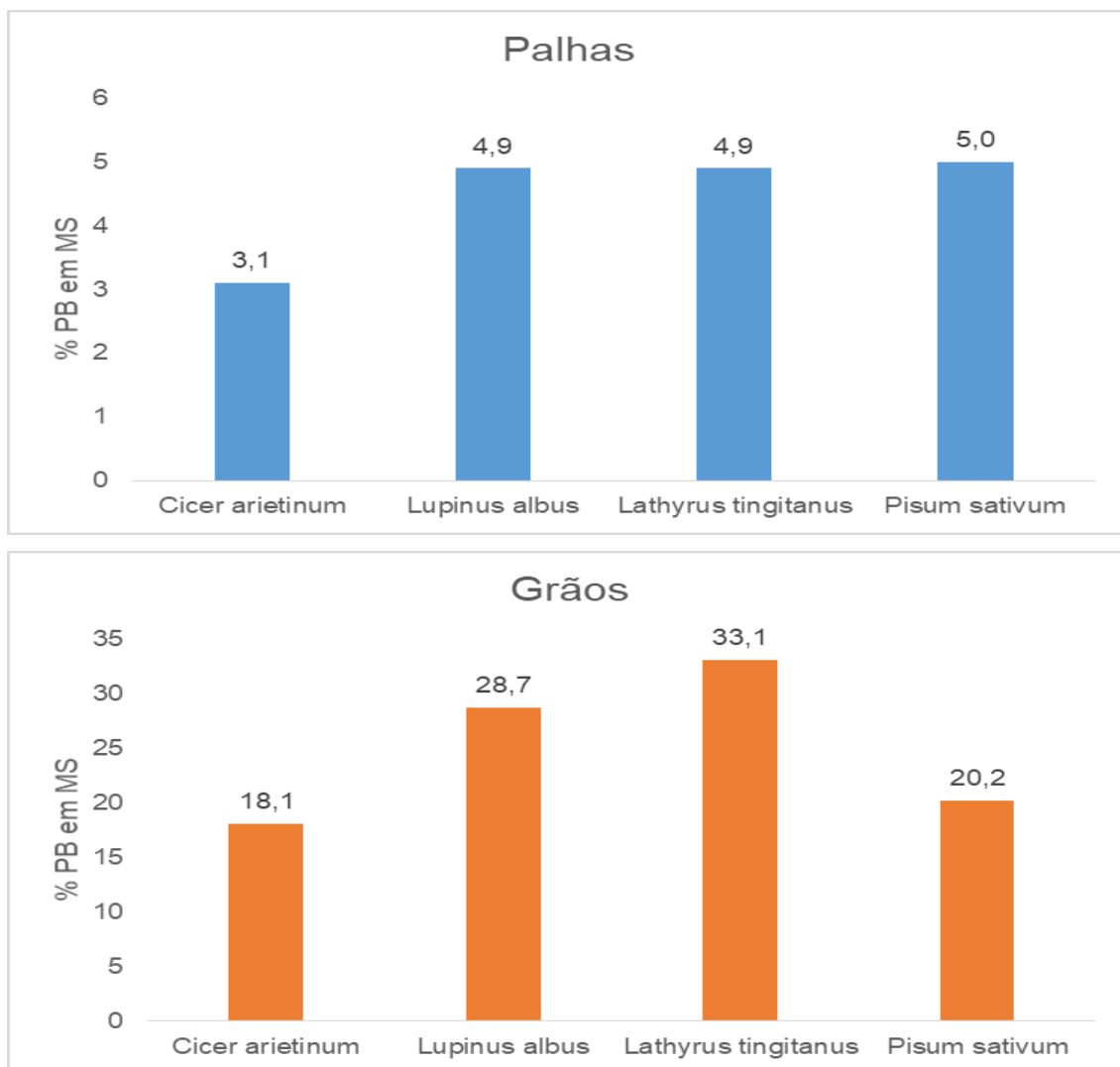


Figura 2 - Comparação dos teores de Proteína Bruta das quatro espécies de leguminosas em estudo

Analisando os valores de PB mostrados na figura 2 verificamos que estes variam entre 3,1 e 5,0%, para as palhas e 18,1 e 33,1%, para os grãos. Visto que os teores de proteína dos grãos são muito superiores aos da palha, irão ser considerados como a principal fonte proteica. Neste âmbito, observamos que o grão com maior valor proteico é o grão de *Lathyrus tingitanus* (33,1% na MS) em oposição ao grão de *Cicer arietinum* (18,1% na MS).

Comparando os valores apresentados na figura 2 com os dados recolhidos na revisão, observamos que os valores obtidos pelas análises laboratoriais são inferiores aos recolhidos na revisão bibliográfica (Barreira-Guillot *et al.*, 1999; Brand *et al.*, 2004; Skiba *et al.*, 2008; Nalle, 2009 e Gonzalez *et al.*, 2013), com exceção do valor do grão de *Lathyrus tingitanus* (30%, de acordo com Gonzalez *et al.*, 2013). Esta diferença pode ser explicada pelas diferenças nas características de produção (tipo de solo e

condições climáticas) e pelo facto de a revisão bibliográfica ser referente à espécie *Lathyrus sativus* e não *Lathyrus tingitanus*, espécie que foi alvo das análises laboratoriais. A degradabilidade do azoto dos grãos de leguminosas é elevada (Arieli et al., 1993), traduzindo-se por uma rápida disponibilidade para a sua utilização pelos microrganismos do rúmen.

9.1.5 NDF, ADF e ADL

O teor de constituintes da parede vegetal das leguminosas em estudo varia entre 61,1 e 71,1%, nas palhas e 13 e 23,4%, nos grãos. O teor de hemicelulose pode ser calculada através da diferença entre os valores de NDF e ADF e o de celulose pela diferença entre os valores de ADF e ADL. Por fim, é possível conhecer a composição em lenhina pelo valor de ADL.

O teor de constituintes da parede vegetal e a sua composição influencia de modo muito marcado a utilização digestiva dos alimentos (Bruno-Soares et al., 2000).

Nas palhas, as percentagens de hemicelulose, celulose e lenhina são elevados, levando a uma baixa utilização digestiva e, conseqüentemente, a um baixo valor energético para os animais.

Retirando os valores referentes a NDF, ADF e ADL (que dizem respeito ao teor fibroso das culturas), foi possível realizar estes três gráficos.

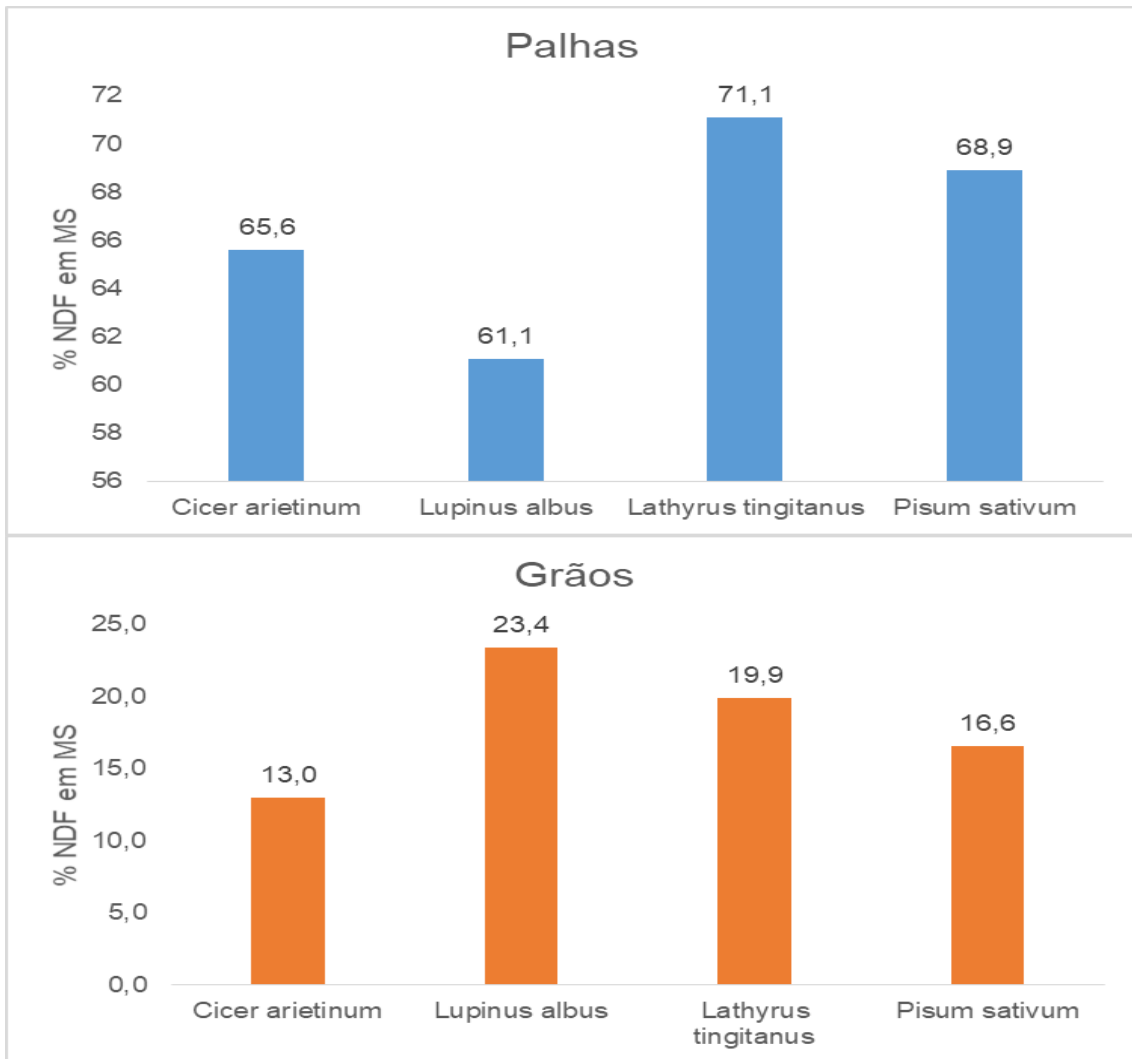


Figura 3 - Comparação dos teores de NDF das quatro espécies de leguminosas em estudo

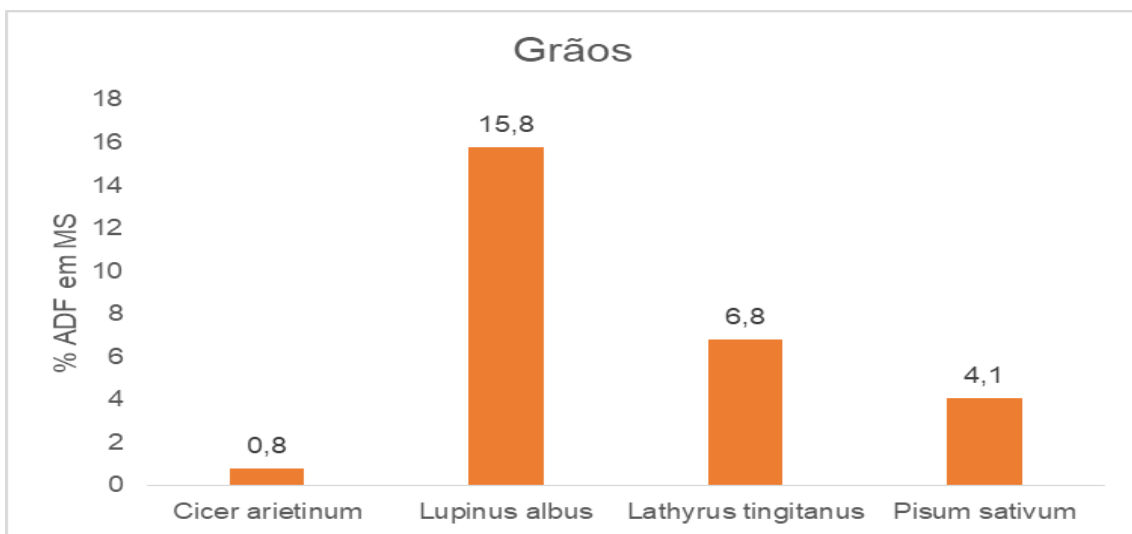
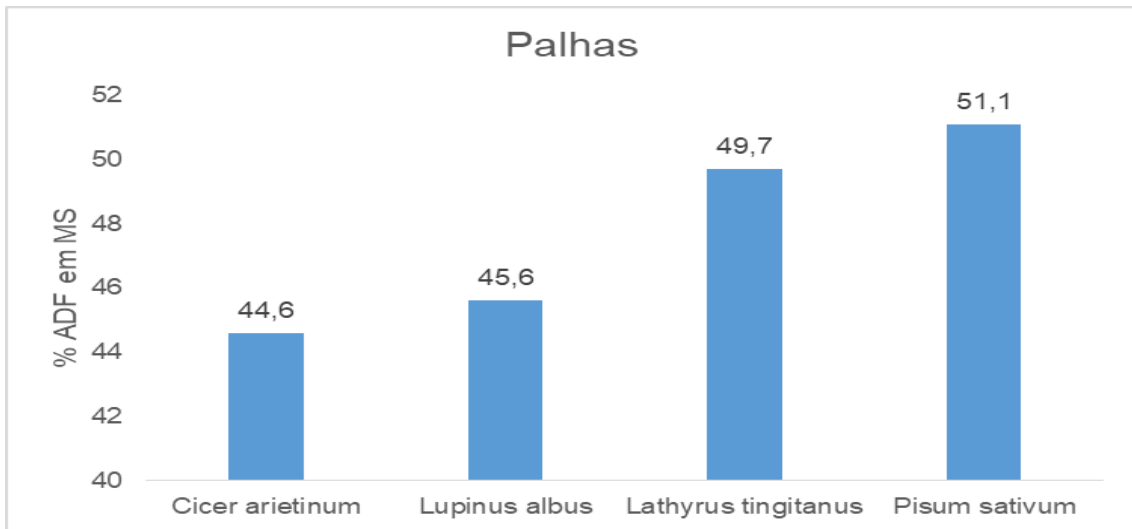


Figura 4 - Comparação dos teores de ADF das quatro espécies de leguminosas em estudo

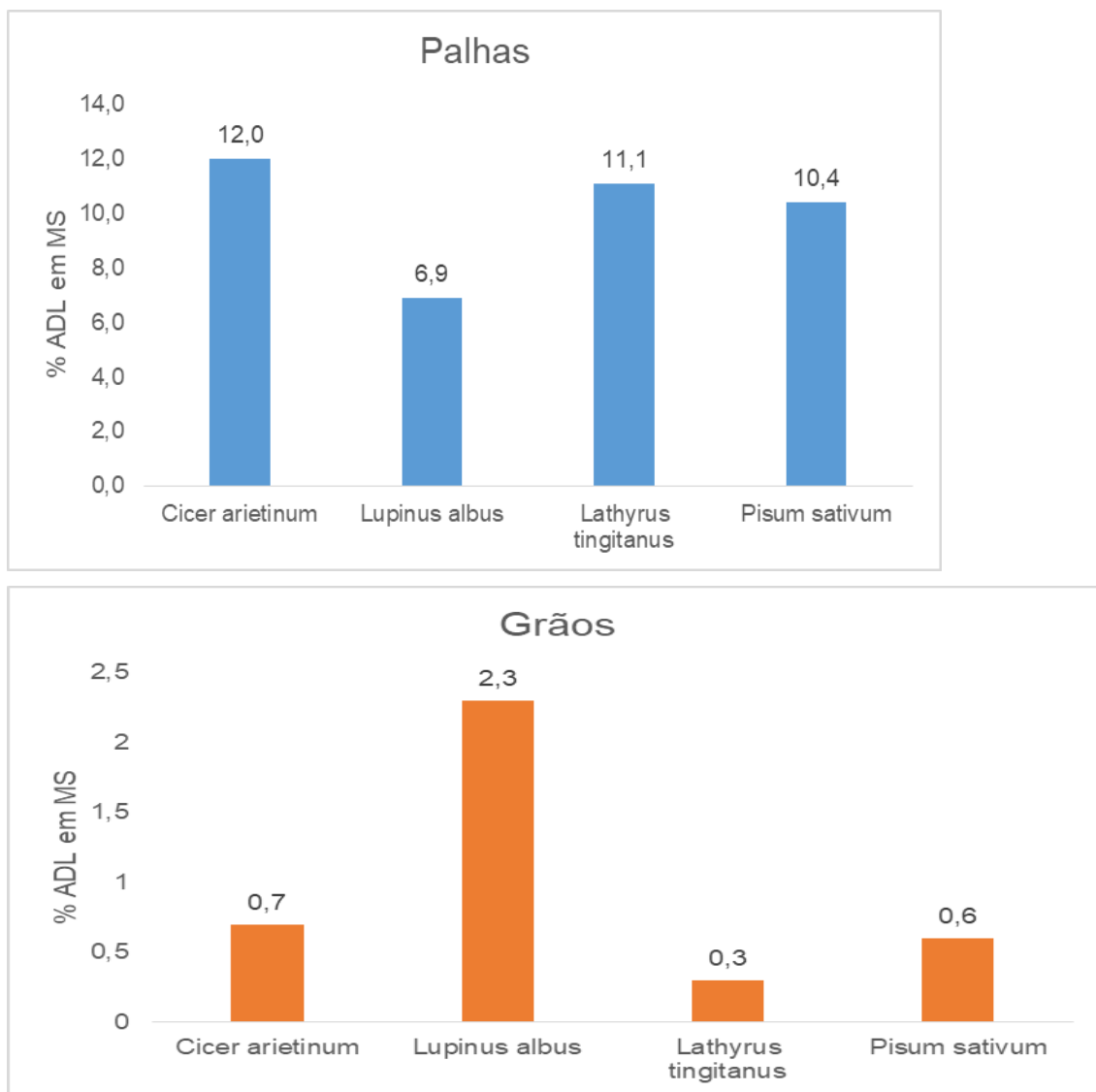


Figura 5 - Comparação dos teores de ADL das quatro espécies de leguminosas em estudo

Ao avaliar a figura 3, observamos que os teores de NDF dos grãos variam entre 13 e 23% na MS. Estes valores são também semelhantes aos dados recolhidos na revisão bibliográfica (Barreira-Guillot *et al.*, 1999; Brand *et al.*, 2004; Skiba *et al.*, 2008; Nalle, 2009 e Gonzalez *et al.*, 2013). Porém, os valores das palhas apresentam algumas disparidades, quando se comparam as duas fontes de dados.

Ao analisar a figura 4, observamos que os valores do grão de *Lupinus albus* (16,5%), bem como o valor da palha de *Cicer arietinum* (46,9%), são muito semelhantes entre os dados recolhidos na revisão bibliográfica e os dados obtidos laboratorialmente. Porém, os valores das palhas das outras espécies e os valores dos grãos das outras espécies apresentam algumas disparidades, quando se comparam

as duas fontes de dados (Barreira-Guillot *et al.*, 1999; Brand *et al.*, 2004; Skiba *et al.*, 2008; Nalle, 2009 e Gonzalez *et al.*, 2013).

Dentro das palhas, percebemos que o maior teor de ADF pertence à palha de *Pisum sativum* (51,1%) e o menor pertence à palha de *Cicer arietinum* (44,6%). Em relação ao teor de hemicelulose, podemos observar que a palha que contém maior teor é a palha de *Lathyrus tingitanus* (21,4%) e a que tem menor teor é a palha de *Lupinus albus* (15,5%).

No grupo dos grãos, o que tem maior teor de ADF é *Lupinus albus* (15,8%) e o que tem menor teor de ADF é *Cicer arietinum* (0,8%). Em relação ao teor de hemicelulose, o grão que apresenta maior teor é o grão de *Lathyrus tingitanus* (13,1%) e o que apresenta menor teor é o grão de *Lupinus albus* (7,6%), tal como nas palhas.

Ao analisar a figura 5, observamos que os valores de ADL dos grãos de todas as espécies são semelhantes aos dados recolhidos na revisão bibliográfica (Barreira-Guillot *et al.*, 1999; Brand *et al.*, 2004; Skiba *et al.*, 2008; Nalle, 2009 e Gonzalez *et al.*, 2013). No caso das palhas, porém, os valores de ADL apresentam algumas diferenças, quando se comparam as duas fontes de dados. Como dito anteriormente, estes valores díspares acontecem por as culturas terem sido produzidas em condições de humidade e temperatura diferentes.

Dentro das palhas, percebemos que o maior teor de celulose pertence a *Lupinus albus* (63% do NDF) e o menor pertence a *Cicer arietinum* (50% do NDF). O teor de lenhina é superior na palha de *Cicer arietinum* (18% do NDF) e é inferior na palha de *Lupinus albus* (11% do NDF).

9.1.6 Gordura Bruta e amido dos grãos

Retirando os valores referentes à gordura bruta das culturas, foi possível realizar estes gráficos que comparam os teores de gordura bruta e de amido dos grãos das espécies de leguminosas estudadas.

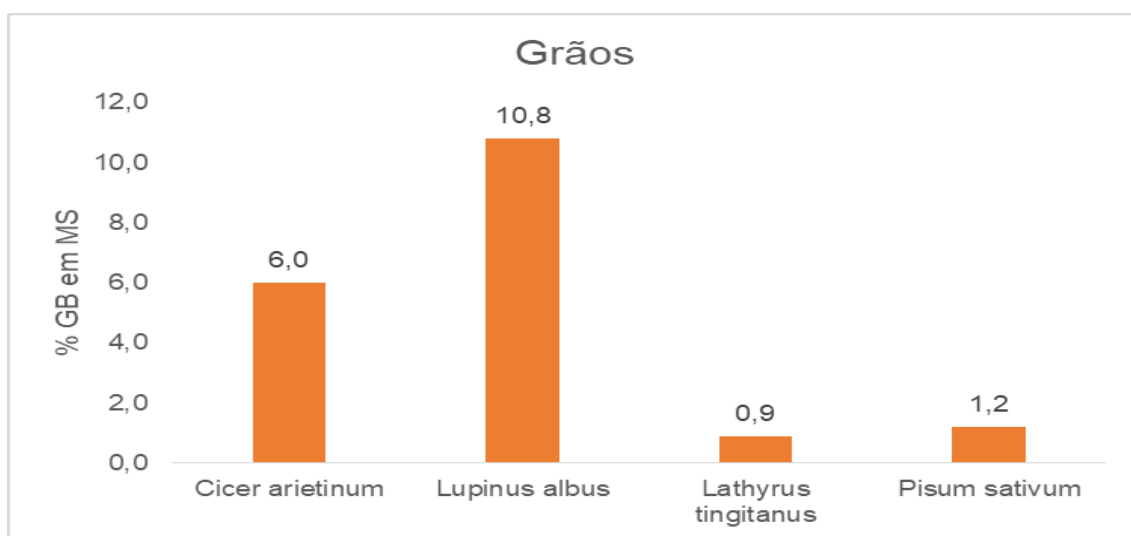


Figura 6 - Comparação dos teores de Gordura Bruta dos grãos das quatro espécies de leguminosas em estudo

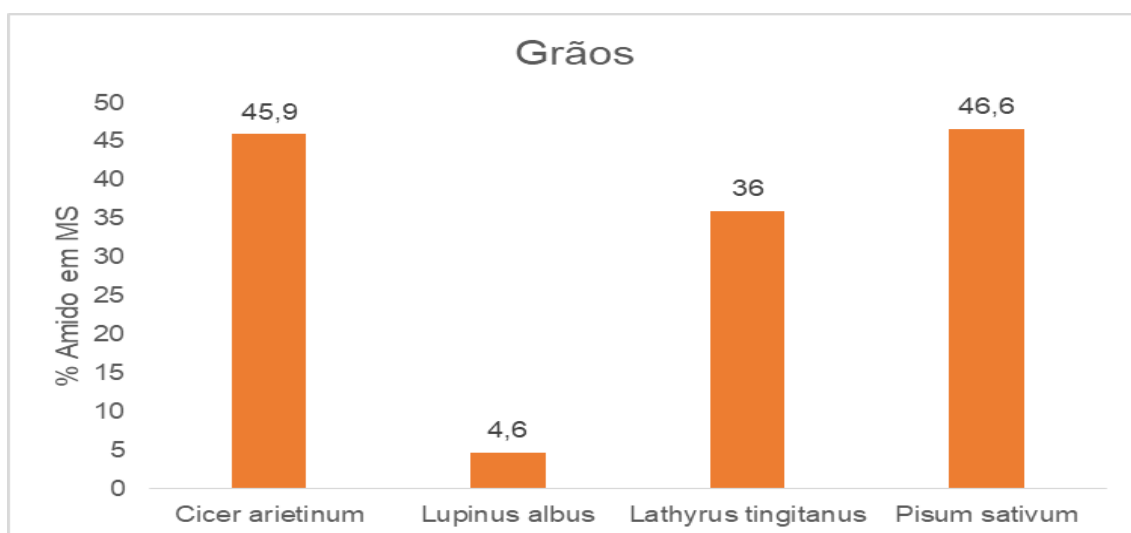


Figura 7 - Comparação dos teores de Amido dos grãos das quatro espécies de leguminosas em estudo

Ao analisar a figura 8, cujos dados são corroborados pelos dados apresentados na revisão bibliográfica podemos concluir que, no que diz respeito aos valores obtidos por análise laboratorial, o grão de *Lupinus albus* apresenta o maior teor lipídico (10,8%), em oposição ao grão de *Lathyrus tingitanus*, que apresenta o menor (0,9%).

Ao ler o gráfico que compara os teores de amido entre as espécies (figura 9), observamos que os valores obtidos laboratorialmente são apoiados pelos valores recolhidos na revisão bibliográfica, com exceção do valor de grão de *Lupinus albus* obtido, que é bastante superior ao valor recolhido. É possível verificar que o produto com maior teor de amido é o grão de *Pisum sativum* (46,6%) e que o produto com menor teor de amido é o grão de *Lupinus albus* (4,6%).

Relacionando as duas figuras, é possível verificar que a um maior teor de gordura bruta presente nos grãos corresponde um menor teor de amido, excepto em *Lathyrus tingitanus*.

É possível, também, relacionar o teor de gordura com a energia fornecida pelo alimento. Neste âmbito, a um maior teor de gordura presente nos grãos corresponde uma maior energia disponibilizada pelos mesmos. Porém, um valor elevado de gordura bruta afeta o correto funcionamento do ecossistema ruminal, uma vez que um elevado teor lípido inibe a ação das enzimas responsáveis pela degradação das fibras. No entanto, como a gordura proveniente do tremoço está “encapsulada”, os seus efeitos negativos no funcionamento digestivo são atenuados (Mikic et al., 2013).

9.2 Valor nutritivo das espécies leguminosas forrageiras em estudo

Neste capítulo iremos abordar o valor energético e o valor azotado dos alimentos em estudo, quer das leguminosas quer da *Opuntia*, estimados, de acordo com o INRA (2007). Para o cálculo do valor nutritivo das espécies, foram utilizadas os seguintes métodos:

- Energia Bruta (EB) das palhas: $(4531 + 1,735 \cdot PB - 11) \cdot (100 - \text{Cinza}) / 100$
- Energia Bruta (EB) dos grãos: $4134 + 14,73 \cdot PB + 52,39 \cdot GB + 9,26 \cdot FB - 44,6 \cdot \text{Cinza} - 87$
- Energia Digestível (ED): $EB \cdot \text{CUDenergia} / 100$
- Energia Metabolizável (EM): $EM \cdot ED / ED$
- Energia Net dos alimentos para produção de carne (ENEV): $EM \cdot \text{kmf}$
- UFV: $ENEV / 1820$
- PDIN: $PDIA + PDIMN$

- PDIA: $PB * (1,11 * (1 - DT) * 1 * dr)$
- PDIMN: $0,64 * PB * (DT - 0,1)$
- PDIE: PDIA + PDIME
- PDIME: $0,093 * MOF$

Quadro 8 – Valor nutritivo dos grãos e das palhas das espécies leguminosas forrageiras em estudo

	Palha				Grão			
	CA	LA	LT	PS	CA	LA	LT	PS
EB (kcal/kg MS)	4172	4184	4202	4248	4514	5014	4481	4327
ED (kcal/kg MS)	1730	1669	1862	2189	4153	4562	4078	3895
EM (kcal/kg MS)	1390	1344	1493	1745	3392	3582	3200	3159
ENEV (kcal/kg MS)	610	576	680	867	2374	2437	2177	2174
UFV	0,34	0,32	0,37	0,48	1,30	1,34	1,20	1,19
PDIN (g/kg MS)	20	31	31	32	118	187	214	131
PDIE (g/kg MS)	45	49	53	60	113	123	141	119

Observando os valores de UFV presentes no quadro 8, verificamos que os grãos que mais energia fornecem, para conservação e produção de um animal de engorda, como os ruminantes, são *Pisum sativum*, na análise feita relativamente às palhas, e *Lupinus albus/Cicer arietinum*, na análise feita relativamente aos grãos.

Verificando os valores referentes à proteína, verificamos que estes se dividem em dois grupos: PDIN, que soma proteína de origem alimentar (PDIA) com proteína potencial de origem microbiana, ao considerar o azoto degradado (PDIMN); e PDIE, que soma proteína de origem alimentar (PDIA) com proteína de origem microbiana, ao considerar a energia fermentescível (PDIME). Um maior valor de energia fermentescível traduz-se numa maior síntese de proteína microbiana.

As culturas que fornecem mais proteína através de azoto degradado são *Lathyrus tingitanus* (grão) e *Pisum sativum* (palha). As culturas que fornecem mais proteína através de energia fermentescível são *Pisum sativum* (palha) e *Lathyrus tingitanus* (grão). Este maior valor de energia fermentescível acontece pelo menor teor de gordura que o grão de *Lathyrus tingitanus* apresenta, uma vez que os lípidos não são fermentescíveis.

A fim de determinar os valores para a formulação do regime alimentar, é necessário observar os valores limitativos de PDIN e PDIE. O menor dos dois valores deverá ser utilizado como referência para a ração a fornecer aos animais.

9.3 Composição química e valor nutritivo da *Opuntia ficus-indica*

Como o intuito do presente trabalho é estudar as vantagens que a espécie *Opuntia ficus-indica* possa trazer como componente integrante de um regime alimentar, neste capítulo iremos analisar a composição química e o valor nutritivo referentes a esta espécie (quadro 9).

Quadro 9 – Composição química e valor nutritivo das palmas de *Opuntia ficus-indica*

Matéria Seca (%)	9,7
Cinza (% MS)	14,3
Proteína Bruta (% MS)	2,8
NDF (% MS)	22,2
ADF (% MS)	7,0
ADL (% MS)	2,0
EB (kcal / kg MS)	3416
EM (kcal / kg MS)	1577
ENEV (kcal / kg MS)	838
UFV (g / kg MS)	0,50
PDIN (g / kg MS)	53
PDIE (g / kg MS)	72

O teor de matéria seca das palmas da *Opuntia* (9,7%) é muito baixo em comparação com as plantas forrageiras que servem de alimento base aos ruminantes. Porém, a sua incorporação nos regimes poderá, parcialmente, substituir os alimentos fibrosos. Este baixo valor de matéria seca é explicado pelo elevado teor de humidade que apresenta. Esta riqueza em água traduz-se em vantagem no verão, uma vez que permite aos animais ingerir mais água através das palmas. No entanto, como já foi referido, o excessivo consumo de palmas pode provocar diarreias nos ruminantes (quando esta é responsável por mais de 50%, na matéria seca, do regime alimentar, como mostram os estudos de Ben Salem *et al.* (2004).

O elevado teor de cinza da *Opuntia ficus-indica* (14,3% na MS) implica um baixo teor de matéria orgânica deste alimento, reflectindo-se no seu menor valor energético por kg de MS.

O teor de proteína desta espécie é muito baixo (2,8%), aproximando-se do teor de PB palhas das leguminosas. Assim, para um regime alimentar equilibrado, a *Opuntia* deve ser complementada com alimentos ricos em proteínas, como os grãos de leguminosas.

O teor de fibra, aqui representado pelos constituintes da parede vegetal é de 22,2% e é constituído essencialmente por hemiceluloses, as quais representam mais

de 65% do NDF. O teor de celulose (5%) representa cerca de 23% dos constituintes da parede celular. Em relação ao teor de lenhina (2%), que é um constituinte não digestível, este apresenta-se inferior quando comparado com os valores de outras forragens.

Os resultados da análise dos teores de gordura e amido mostraram-se muito residuais, pelo que não foram considerados.

Os restantes valores da composição química que faltam no quadro dizem respeito ao teor de açúcares que esta cultura apresenta.

Os valores energéticos apresentados foram estimados a partir do valor de EM retirado das tabelas da feedipédia (visualizado em julho de 2018). O facto das equações dos sistemas de valorização energética e azotada dos alimentos para ruminantes propostas pelo INRA terem sido baseadas em estudos com forragens de gramíneas, de leguminosas e/ou de ambas poderá ter levado a uma estimativa abusiva do valor energético e azotado deste alimento. De qualquer modo, o facto de a estimativa se ter baseado essencialmente nos valores da eficiência da utilização da energia metabolizável para as funções fisiológicas de conservação e de crescimento-engorda, permite acreditar que os valores poderão ser aceitáveis, isto porque a eficiência da utilização da energia metabolizável para conservação é relativamente pouco variável (68-72%) e a de crescimento e engorda tem um peso menor no conjunto da eficiência global da utilização da EM. Assim, a energia que a *Opuntia ficus-indica* consegue fornecer (0,50 UFV / kg MS) mostra-se muito inferior aos valores dos grãos, mas superior aos valores das palhas (excepto da palha de *Pisum sativum*, que apresenta um valor igual). Os valores de PDI mostram que a *Opuntia ficus-indica* pode fornecer potencialmente mais proteína através de energia fermentescível (PDIE = 72,7 g / kg MS) comparada com a proteína potencial proveniente de azoto degradado (PDIN = 53,5 g / kg MS).

9.4 Raça *Limousine*: Características produtivas; necessidades alimentares e formulação de regime alimentar

9.4.1 Características produtivas

A Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Limousine (APCBRL) (<http://www.limousineportugal.com/conteudo.php?idm=3> – visualizado em 20-07-2018) é a referência para a produção de bovinos de raça *Limousine* no nosso país.

Esta raça é originária de França e estava muito ligada ao trabalho, pela robustez apresentada pelos animais. É uma espécie resistente à temperatura (amplitudes térmicas entre os -15° e 30°C) e às condições edafo-climáticas adversas.

De acordo com a APCBRL, a raça chegou a Portugal no século XX e rapidamente se adaptou ao clima mediterrâneo, demonstrando um rápido crescimento e uma elevada facilidade de partos. A elevada docilidade e fertilidade possibilitam o correto manejo da espécie, potenciando intervalos entre partos cada vez menores (cerca de 12 meses), que se traduz numa mais-valia económica para os criadores.

Segundo a APCBRL, os animais à nascença pesam entre os 35-45 kg (animais pequenos), mas com uma boa capacidade de produção de leite materno nos primeiros meses de vida esses rapidamente se desenvolvem para pesos consideráveis, uma vez que apresentam valores de ganho médio diário superiores a 1,5 kg, traduzindo-se numa alta rentabilidade económica para os criadores. Os índices de conversão variam entre os 4-5 kg de matéria seca por kg de peso vivo, permitindo que os animais atinjam os 650kg aos 13-14 meses.

Estudos retirados do sítio na *Internet* de *United States Meat Animal Research Center* (<https://www.ars.usda.gov/plains-area/clay-center-ne/marc/> - visualizado em 20-07-2018) evidenciam a importância da raça *Limousine* na produção de carne, por ser a que melhor (mais eficiente) converte o alimento ingerido em qualidade de carne. Esta vantagem permite:

- obter valores de rendimento de carcaça de 65%, com uma grande percentagem de carne e baixa percentagem de osso;
- que 75% da carcaça seja músculo, o qual pode ser utilizado, com vantagem, na alimentação humana, por apresentar carne com baixo teor lipídico;
- que, a cada 100 kg de peso vivo, a raça *Limousine* forneça 55-60 kg de carne, mais do que qualquer outra raça (menos de 50 kg).

9.4.2 Necessidades alimentares

Neste capítulo iremos descrever as necessidades alimentares de bovinos de raça *Limousine*, nomeadamente em relação aos valores energéticos e proteicos.

Quadro 10 – Necessidades alimentares de bovinos de raça *Limousine* (INRA, 2007)

Peso Vivo (kg)	Capacidade de ingestão (kg MS / 100 kg PV)	Ganho de PV (g/dia)	UFV por dia	UFV por dia / kg MS	PDI (g) por dia	PDI (g) por dia / kg MS
250	5,5	1000	4,50	0,82	473	86
		1200	4,90	0,89	521	95
		1400	5,30	0,96	568	103
300	6,6	1000	5,00	0,76	512	78
		1200	5,40	0,82	562	85
		1400	5,80	0,88	609	92
		1600	6,30	0,95	654	99
350	7,7	1000	5,50	0,71	551	72
		1200	5,90	0,77	601	78
		1400	6,40	0,83	649	84
		1600	6,90	0,90	694	90
		1800	7,40	0,96	738	96
400	8,8	1000	6,00	0,68	590	67
		1200	6,40	0,73	641	73
		1400	6,90	0,78	689	78
		1600	7,40	0,84	734	83
		1800	8,00	0,91	777	88
		2000	8,60	0,98	818	93
450	9,0	1000	6,40	0,71	631	70
		1200	6,90	0,77	682	76
		1400	7,50	0,83	731	81
		1600	8,00	0,89	776	86
		1800	8,60	0,96	818	91
		2000	9,20	1,02	857	95
500	10,0	1000	6,90	0,69	674	67
		1200	7,40	0,74	727	73
		1400	8,00	0,80	775	78
		1600	8,60	0,86	820	82
		1800	9,30	0,93	860	86
		2000	10,00	1,00	897	90
550	9,9	1000	7,40	0,75	722	73
		1200	8,00	0,81	775	78
		1400	8,60	0,87	823	83
		1600	9,30	0,94	866	87
		1800	10,00	1,01	905	91
600	9,6	1000	7,90	0,82	774	81
		1200	8,50	0,89	828	86
		1400	9,20	0,96	875	91
		1600	10,00	1,04	915	95

No quadro 9 podemos observar as necessidades alimentares de bovinos de raça *Limousine*. Na primeira coluna, mostramos os grupos de peso vivo (PV) que vão ser considerados neste trabalho (no primeiro grupo os animais pesam 250 kg e no último grupo pesam 600 kg; haverá oito grupos de estudo, sendo que cada grupo apresenta animais com mais 50 kg que o grupo anterior).

Na segunda coluna, podemos observar a capacidade de ingestão dos animais, que corresponde a um determinado peso vivo dos animais. A capacidade de ingestão dos animais dos 250 aos 600kg foi estimada, considerando os valores de ingestão decrescentes de 2,2 a 1,6 kg de MS por 100 kg de peso vivo.

Na terceira coluna, verificamos os valores de ganho médio diário de peso por parte dos animais. Para cada peso vivo, verificamos que existem várias possibilidades de ganhos diários. Para uma maior produção, pretende-se que os aumentos sejam sempre máximos.

Na quarta e quinta coluna, representam as recomendações diárias de energia (em UFV por dia) e em proteína (em PDI por dia) em função do aumento diário de peso.

No capítulo seguinte, referente à formulação de regimes alimentares (em % de matéria seca), considerámos, para cada espécie de leguminosa estudada, quatro hipóteses, que serão sistematicamente debatidas:

- ✓ (A) 30% de palha de uma leguminosa, 40% do grão correspondente a essa mesma palha, 30% de *Opuntia*;
- ✓ (B) 20% de palha de trigo, 10% de palha de uma leguminosa, 40% do grão correspondente a essa mesma palha, 30% de *Opuntia*;
- ✓ (C) 30% de palha de uma leguminosa, 30% de grão correspondente a essa mesma palha, 40% de *Opuntia*;
- ✓ (D) 20% de palha de trigo, 10% de palha de uma leguminosa, 30% de grão correspondente a essa mesma palha, 40% de *Opuntia*.

A utilização de 30% de palha prende-se com a necessidade de fornecer fibra aos animais para o correto funcionamento do sistema digestivo dos bovinos, sendo esta a percentagem habitualmente referenciada na literatura para este efeito (Abreu et al., 1998 e Bruno-Soares et al., 2000). Neste âmbito, testámos a utilização destes 30% de palha concentrados numa única leguminosa ou repartidos entre esta e palha de trigo.

A variação da percentagem de grão e de *Opuntia* pretende estudar a influência da utilização desta última na alimentação animal. No entanto, como a utilização em excesso de *Opuntia* pode provocar doenças aos animais, designadamente no trato digestivo, estudámos a sua influência em 30% e 40%, caso em que esta planta passa a ser a mais representada no regime alimentar.

9.4.3 Formulação de regime alimentar

Na sequência do descrito no tópico anterior, passamos a apresentar as figuras representativas de todas as hipóteses em teste, bem como as respetivas análises.

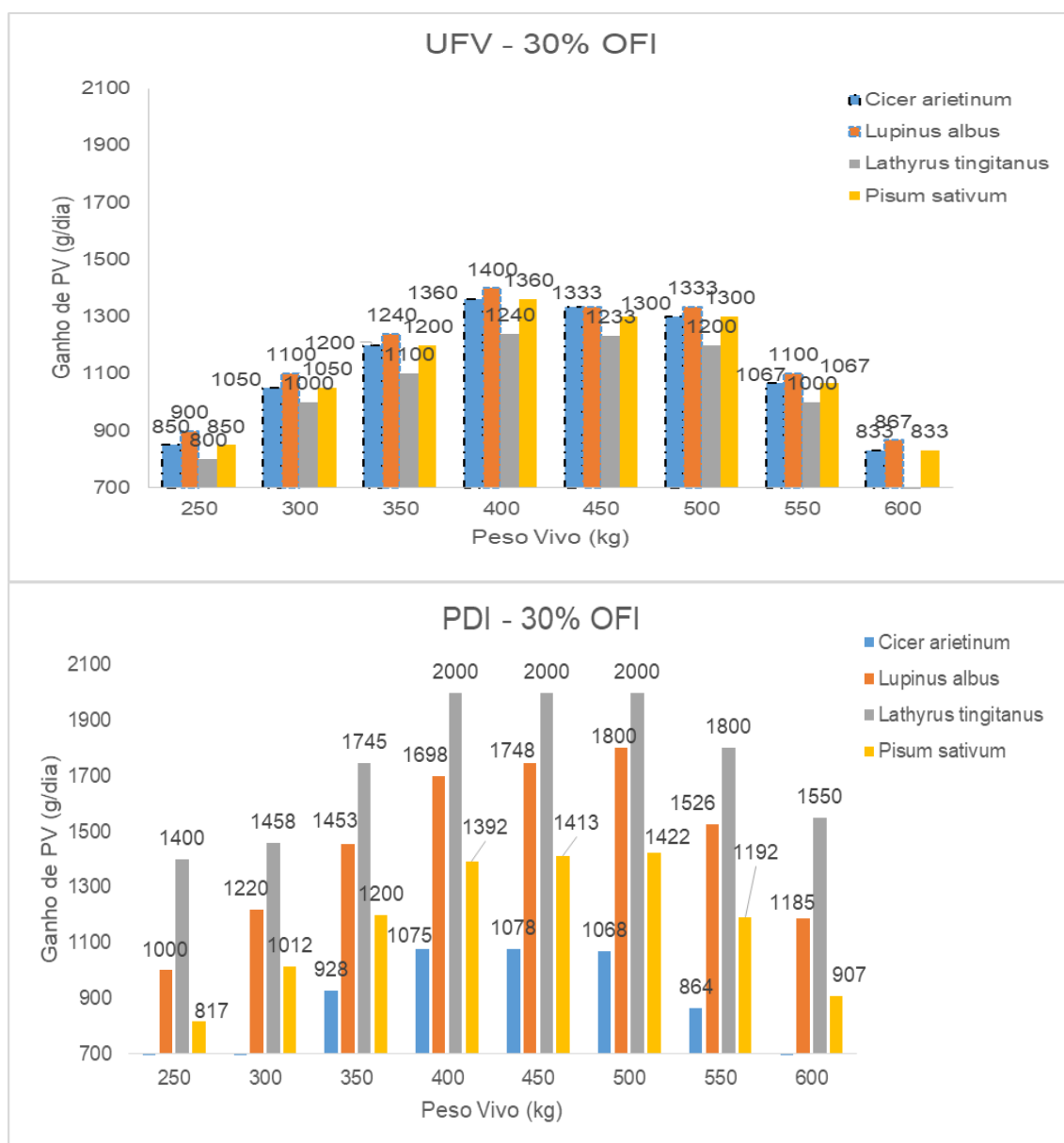


Figura 8 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 30% de palha de uma leguminosa, 40% do grão correspondente a essa mesma palha, 30% de *Opuntia*

Nota: ausência de valores no quadro correspondem a ganhos de peso médio diário inferiores a 700 g/dia

Na figura 8 analisamos os aumentos de peso médio diário, para os diferentes pesos vivos e para as quatro espécies estudadas, numa base teórica. Esta abordagem não foi testada na prática.

Assim, é possível observar que a espécie de leguminosa que promove um maior ganho de peso diário é o *Lupinus albus*, no que diz respeito ao cálculo das necessidades baseadas na energia (UFV), uma vez que é a espécie que apresenta valores absolutos superiores para todos os pesos vivos. Porém, devido aos fatores antinutricionais inerentes a esta espécie, a sua utilização deve ser controlada. Assim, a sua substituição por *Pisum sativum* ou *Cicer arietinum* deve ser uma opção válida, uma vez que apresentam valores de ganhos de peso médio diário muito semelhantes ao tremço. Ao analisar os valores de PDI, verificamos que a espécie que permite maiores ganhos teóricos de peso diários, se considerarmos as necessidades proteicas, é o *Lathyrus tingitanus*.

Ao comparar as necessidades energéticas e proteicas é possível retirar três conclusões: i) para as espécies *Lathyrus tingitanus* e *Lupinus albus*, o fator limitante para o regime alimentar é a energia, por ser o que permite menores ganhos de peso. Deste modo, para ser possível obter ganhos médios diários semelhantes aos evidenciados na figura 8, considerando os PDI, deve-se substituir-se a *Opuntia* (por ser o alimento menos rico em energia) por um alimento que consiga fornecer muita energia e pouca proteína; no entanto, como o objetivo do trabalho é evidenciar as qualidades da *Opuntia ficus-indica*, esta hipótese não será testada; ii) para a espécie *Pisum sativum*, dos 250 aos 400 kg, o fator limitante é a proteína, e dos 400 aos 600 kg, o fator limitante é a energia. Assim, para a formulação do regime alimentar, e tendo em conta o fator limitante, até aos 400 kg deve ser adicionado um alimento rico em proteína, para compensar as carências, e a partir dos 400 kg deve ser incorporado um alimento rico em energia, a fim de se poder aumentar os ganhos pesos diários; iii) para a espécie *Cicer arietinum*, o fator limitante é sempre a proteína. Deste modo, para favorecer o aumento de peso, deve ser incorporado no regime uma fonte proteica ou aumentar a proporção de alimento rico em proteína (grãos de leguminosas), para ser possível satisfazer as necessidades dos animais; no entanto, como dito anteriormente, esta hipótese diminuiria a percentagem de *Opuntia* no regime alimentar, pelo que não será considerada neste trabalho.

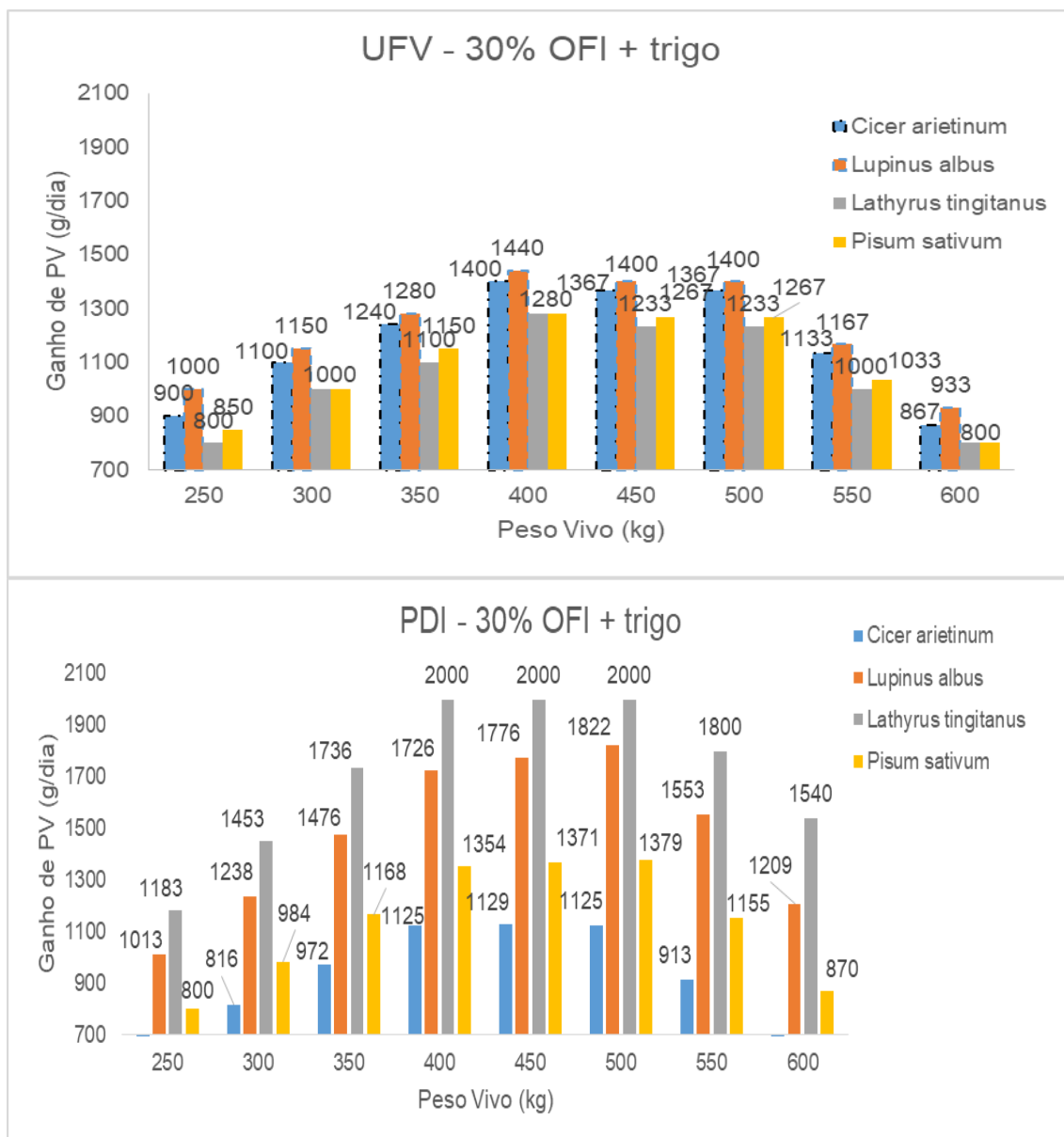


Figura 9 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de palha de uma leguminosa, 40% do grão correspondente a essa mesma palha, 30% de *Opuntia*

Nota: ausência de valores no quadro correspondem a ganhos de peso médio diário inferiores a 700 g/dia

Na figura 9 procedemos ao mesmo tipo de análise realizada na figura 8, agora para uma outra hipótese de regime alimentar. Esta hipótese visou estudar outra fonte de fibra de maior disponibilidade. Assim, acrescentou-se palha de trigo e analisaram-se as vantagens e desvantagens. A um aumento de UFV fornecido pelos alimentos está associado um aumento de PDI, ainda que em proporções que divergem entre regimes alimentares. Ora, entre outras eventuais consequências, um aumento excessivo dos níveis de proteína fornecidos resulta em ganhos médios diários de peso menos expressivos (Abreu e Bruno-Soares, 1998)

Analisando a figura 9, é possível concluir que a incorporação da palha de trigo (0,40 UFV por kg MS e 52 g PDIE e 27 g PDIN por kg de MS no regime: i) aumenta a energia fornecida, quando associada a *Lathyrus tingitanus* ou *Lupinus albus*, logo, permite maiores aumentos de peso, tendo em conta as necessidades em UFV; em relação à proteína, verificam-se aumentos de peso semelhantes aos do regime sem palha de trigo; assim, observa-se que o fator limitante é a energia, pelo que se deve adicionar um alimento rico em energia para permitir maiores ganhos diários de peso; ii) quando associada a *Pisum sativum*, verificamos que os ganhos diários, tendo como base as necessidades proteicas, são muito semelhantes aos ganhos sem a adição de trigo; porém, a energia disponível neste regime diminui em relação ao regime da figura 8; este fator explica-se pelo teor de UFV de cada espécie (0,50 UFV para a palha de ervilha e 0,40 UFV para a de trigo); com o aumento da palha de trigo, diminui-se a palha de ervilha, logo a energia fornecida pelo regime é menor; deste modo, é possível observar que a associação de trigo e ervilha não é uma boa solução, a não ser que se acrescente um alimento rico em energia que compense a diminuição provocada pela palha de trigo; iii) quando associada a *Cicer arietinum*, é possível observar que tanto a energia como a proteína fornecidas pelo regime aumentam, sendo este aumento mais significativo na energia, o que permite maiores ganhos quando comparado com o regime da figura 8; para a obtenção de ganhos superiores aos verificados nesta figura, deve ser adicionado um alimento rico em proteína, uma vez que esta se mostra como o fator limitante no regime apresentado.

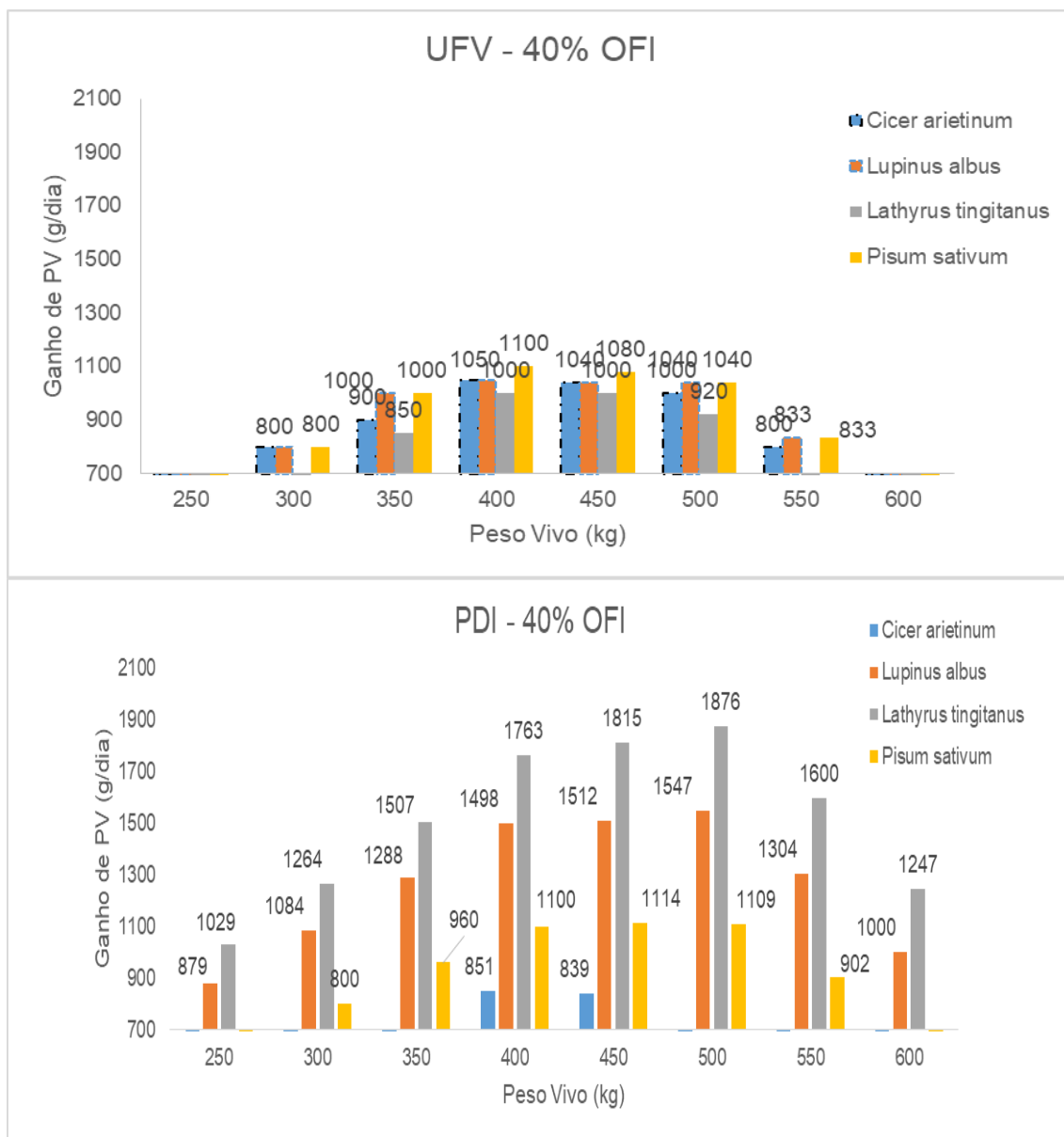


Figura 10 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar constituído por com 30% de palha de uma leguminosa, 30% de grão correspondente a essa mesma palha, 40% de *Opuntia*

Nota: ausência de valores no quadro correspondem a ganhos de peso médio diário inferiores a 700 g/dia

Em relação à figura 10, e na sequência das anteriores, analisamos os aumentos de peso médio diário, para os diferentes pesos vivos e para as quatro espécies leguminosas estudadas, decorrentes deste outro regime alimentar.

Assim, na figura 10, é possível observar que as espécies de leguminosas que promovem um maior ganho de peso diário, tendo em conta as necessidades energéticas, são o *Pisum sativum* e o *Lupinus albus*, uma vez que são as espécies que apresentam valores absolutos superiores para todos os pesos vivos. Porém, devido aos fatores antinutricionais presentes no tremço-branco, deve considerar-se a

utilização da ervilha. Tal como na figura 8, na figura 10 é possível observar que a espécie de leguminosa que maiores ganhos diários de peso permite, tendo em conta as necessidades proteicas, é o *Lathyrus tingitanus*.

Comparando as necessidades energéticas e proteicas, com os regimes alimentares com 40% de *Opuntia* é possível retirar três conclusões: i) para as espécies *Lathyrus tingitanus* e *Lupinus albus*, o fator limitante é a energia; assim, para maiores aumentos de peso, deve ser incorporado no regime alimentar um alimento rico em energia; ii) para a espécie *Pisum sativum*, verifica-se que há um equilíbrio entre a energia e a proteína fornecida isto é, os ganhos diários de peso são muito semelhantes tendo como base a energia e a proteína; nesta espécie, para maiores ganhos de peso, deve-se procurar um alimento que seja simultaneamente rico em energia e proteína; iii) para a espécie *Cicer arietinum*, voltamos a verificar que o fator limitante é a proteína; deste modo, para maiores ganhos de peso deve-se optar por adicionar um alimento rico em proteína.

Comparando novamente a figura 10 com a figura 8, verifica-se que com o aumento da percentagem de *Opuntia ficus-inica* no regime (de 30% para 40%) os ganhos médios diários diminuem, tendo como base tanto as necessidades energéticas como as necessidades proteicas.

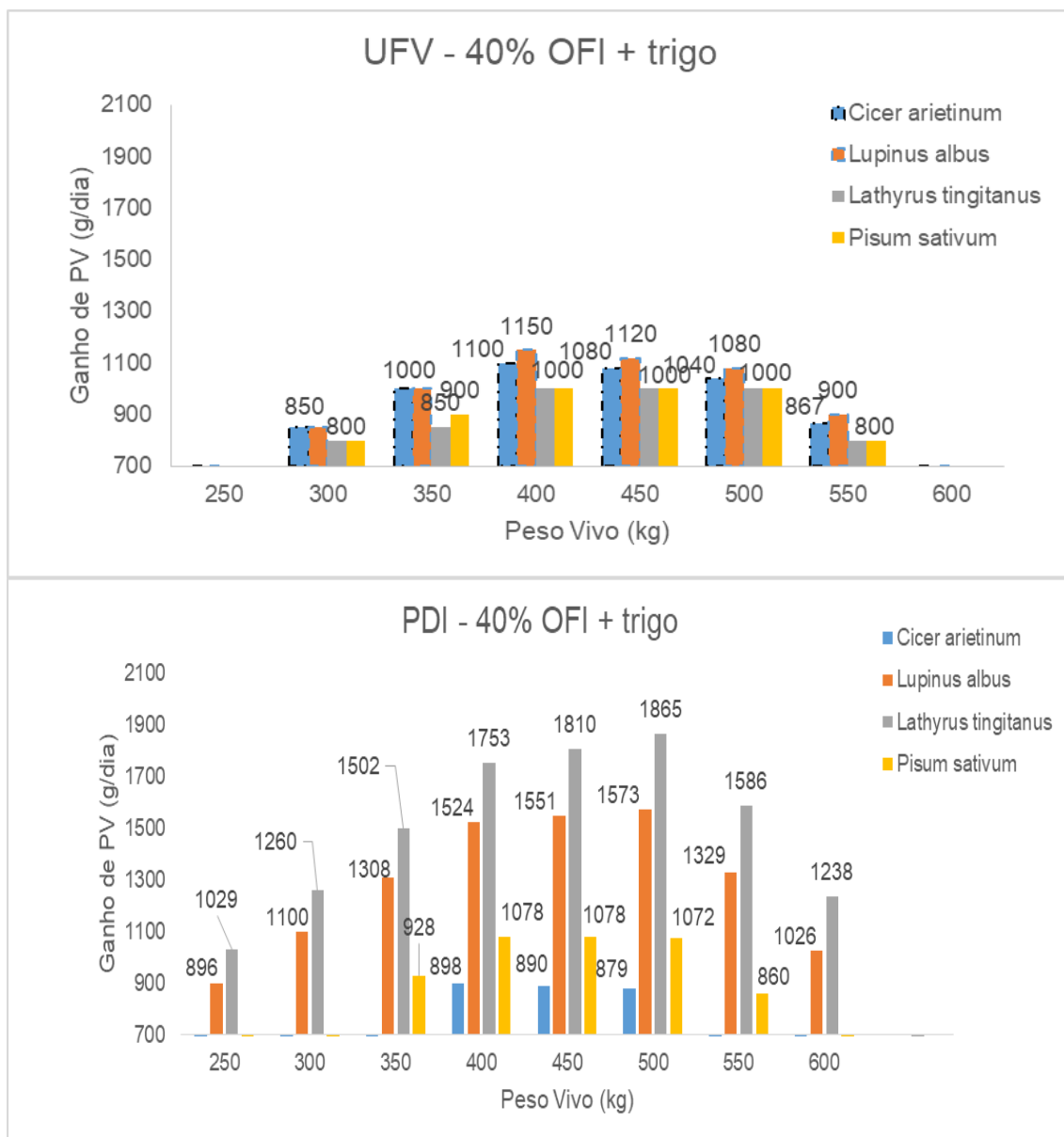


Figura 11 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de palha de uma leguminosa, 30% de grão correspondente a essa mesma palha, 40% de *Opuntia*
 Nota: ausência de valores no quadro correspondem a ganhos de peso médio diário inferiores a 700 g/dia

Na figura 11, concluímos esta fase de análise aos regimes alimentares estudados, procedendo segundo os princípios utilizados na figura 10 e antecedentes.

Assim, ao analisar esta figura, podemos observar que o grão que promove ganhos médios de peso superiores é o *Lupinus albus*. Porém, devido aos problemas nutricionais inerentes a esta cultura (o limite máximo de tremço num regime alimentar deve ser de 35%, de acordo com FEDNA, 2010), pode considerar-se a sua substituição pelo grão-de-bico, que é a cultura que promove os ganhos de peso comparativamente mais semelhantes.

É importante realçar que a substituição de 20% de palha de leguminosa por palha de trigo resultou quase sempre em ganhos médios diários de peso superiores, em comparação com a utilização de 30% de palha de leguminosa, excepto no caso da ervilha por diferenças de concentração energética.

Analisando ainda a figura 11, é possível concluir que a incorporação da palha de trigo no regime: i) aumenta a energia fornecida, quando associada a *Lathyrus tingitanus* ou *Lupinus albus*, logo, permite maiores aumentos de peso, tendo em conta as necessidades em UFV; em relação à proteína, verificam-se aumentos de peso semelhantes aos do regime sem palha de trigo; assim, observa-se que o fator limitante é a energia; ii) quando associada a *Pisum sativum*, verificamos que os ganhos diários, tendo como base as necessidades proteicas, são muito semelhantes aos ganhos sem a adição de trigo; porém, a energia disponível neste regime diminui em relação ao regime da figura 8 (este fator foi explicado na análise da figura 9); assim, é possível concluir que a associação de palhas de trigo e ervilha não é uma boa solução, a não ser que se acrescente um alimento rico em energia que compense a diminuição provocada pela palha de trigo; iii) quando associada a *Cicer arietinum*, é possível observar que tanto a energia como a proteína fornecidas pelo regime aumentam, sendo este aumento mais significativo na energia, o que permite maiores ganhos, quando comparado com o regime da figura 8 (30% de *Opuntia*); para ganhos superiores aos verificados na figura 10 (40% de *Opuntia*), deve ser adicionado um alimento rico em proteína, uma vez que esta se mostra como o fator limitante no regime apresentado.

Após a análise conjunta das quatro figuras anteriores e comparando os ganhos de peso possíveis de acordo com as recomendações apresentados no quadro 10, verificamos que é possível formular um novo regime alimentar que consiga fornecer a energia necessária para alcançar aumentos de peso superiores a 1500 g/dia, uma vez que nas hipóteses estudadas nunca foi possível atingir esse valor.

A análise das figuras 8 a 11 (regimes sem inclusão de oleína) mostrou que a incorporação de palha de trigo no regime alimentar é benéfica para três das quatro espécies de leguminosas (a ervilha foi a exceção). Por conseguinte, assume-se que a utilização da palha de trigo é uma vantagem. Foi igualmente possível concluir que três das quatro espécies (grão-de-bico foi a exceção) apresentavam a energia como fator limitante. Neste âmbito, irão ser apresentadas duas hipóteses que incorporam no regime um novo alimento rico em energia. No caso de *Cicer arietinum*, deveria ser acrescentada uma fonte proteica, como, por exemplo, o bagaço de soja; no entanto,

como um dos objetivos deste trabalho é substituir a soja por outros alimentos, atentos os custos desta produção, esta solução não será defendida.

Nas figuras seguintes, irá ser estudado o ganho de peso tendo como base as necessidades energéticas. A formulação dos regimes, nestas novas hipóteses, seguirá as seguintes percentagens:

- ✓ (E) 20% de palha de trigo, 10% de uma palha de leguminosa, 35% do grão correspondente a essa mesma palha, 0,05% de oleína de girassol, 30% de *Opuntia*;
- ✓ (F) 20% de palha de trigo, 10% de uma palha de leguminosa, 25% do grão correspondente a essa mesma palha, 0,05% de oleína de girassol, 40% de *Opuntia*.

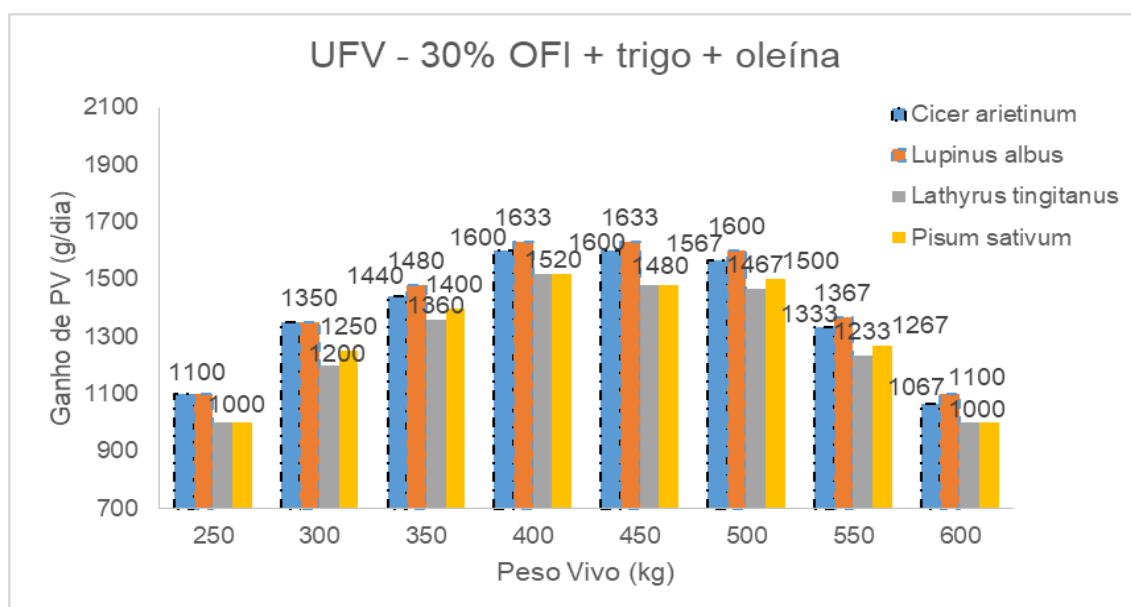


Figura 12 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de uma palha, 35% do grão correspondente a essa mesma palha, 0,05% de oleína de girassol, 30% de *Opuntia*

A análise comparativa da figura 12 com a da figura 9 (20% de palha de trigo e 30% de *Opuntia*) permite verificar que a adição de oleína de girassol ao regime alimentar permite ganhos de peso diários superiores (foi possível obter ganhos superiores a 1600 g/dia). A adição desta gordura foi estudada devido ao seu elevado valor energético. Verifica-se, também, que a leguminosa que permite maiores ganhos de peso é *Lupinus albus*. No entanto, como já foi mencionado, a sua utilização deve ser controlada, pelo que optar por *Cicer arietinum* pode ser uma solução válida.

É de salientar que não se observam ganhos de peso diários inferiores a 1000 g/dia, como se verificava nas outras hipóteses.

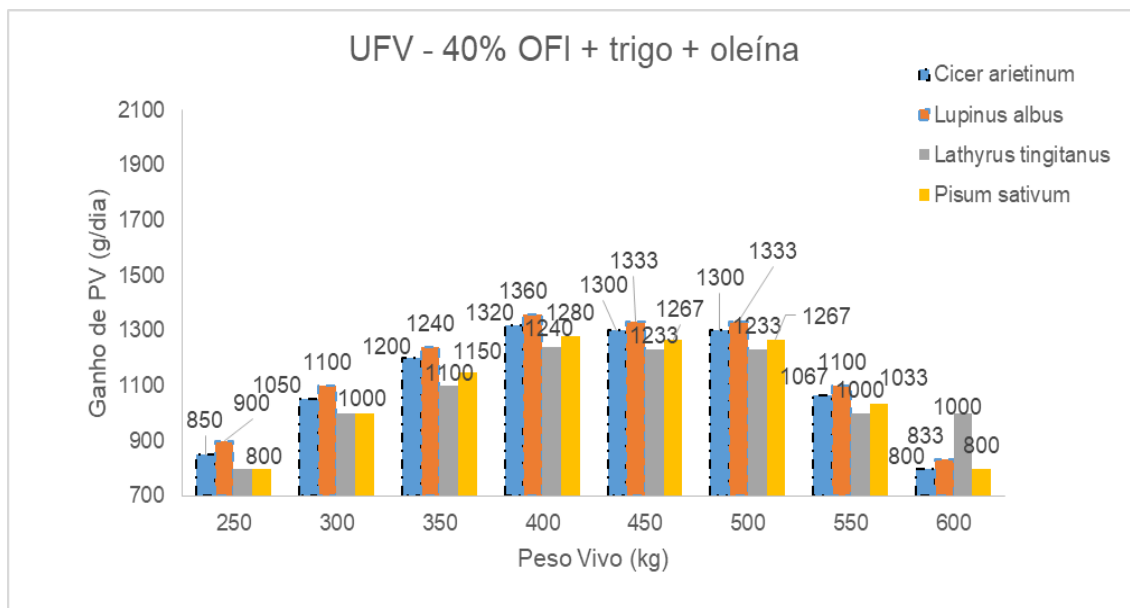


Figura 13 – Aumentos diários de peso possíveis com um regime alimentar com 20% de palha de trigo, 10% de uma palha, 25% do grão correspondente a essa mesma palha, 0,05% de oleína de girassol, 40% de *Opuntia*

A análise da figura 13 permite verificar que, para valores inferiores a 250 kg de peso vivo e superiores a 600 kg, este regime não é interessante para esta raça, uma vez que os ganhos diários de peso são residuais (menores que 1000 g/dia).

Em comparação com as figuras 8 a 11 (regimes sem inclusão de oleína), verificamos que este regime é semelhante ou melhor do que os outros regimes. Sendo assim, para se valorizar a figueira-da-índia, esta formulação pode ser interessante para a alimentação desta raça, apesar de não apresentar ganhos de peso superiores a 1400 g/dia. Para além desta vantagem, este regime possibilita a menor utilização de leguminosas, o que, por sua vez, diminui o PDI do regime. Esta vantagem permite, ainda, controlar alguma poluição ambiental causada pelo excesso de proteína nos regimes alimentares.

Ao analisar a leguminosa que melhor pode complementar a *Opuntia*, voltamos a verificar que *Lupinus albus* é a melhor leguminosa a fornecer. Visto que neste regime se reduziu a percentagem de grão de leguminosa para 25%, não será necessário proceder a uma substituição do tremço pelo grão-de-bico.

No quadro 11 é apresentada a produção de alimento necessária para a satisfação das necessidades dos animais.

Quadro 11 - Produção de alimento (ton/ha) para satisfação das necessidades de um bovino dos 250 aos 600 kg considerando uma capacidade média de ingestão de 7,5 kg MS/dia e um aumento diário de peso médio de 1125 g/dia

Alimentos	30% de palha de leguminosa 40% de grão de leguminosa 30% de <i>Opuntia</i>	10% de palha de leguminosa 20% de palha de trigo 40% de grão de leguminosa 30% de <i>Opuntia</i>	30% de palha de leguminosa 30% de grão de leguminosa 40% de <i>Opuntia</i>	10% de palha de leguminosa 20% de palha de trigo 30% de grão de leguminosa 40% de <i>Opuntia</i>
Leguminosa	1,1	1,1	0,8	0,8
Palma Forrageira	7,2	7,2	9,6	9,6
Palha Trigo		0,5		0,5

A determinação do número de animais que este regime consegue alimentar será calculado a partir do peso vivo cuja capacidade de ingestão é superior (500 kg). Assim, determina-se a quantidade máxima de alimento que terá de ser produzido.

Considerando que a produção de leguminosa e de *Opuntia* é realizada em parcelas de 25 ha cada uma, e tendo em conta as produtividades das espécies (5 ton/ha para as leguminosas e 15 ton/ha para a *Opuntia*) verifica-se que, no primeiro e segundo regimes, é possível alimentar 114 animais (tendo em conta as leguminosas) e 52 animais (tendo em conta a *Opuntia*). Assim, com a figueira-da-índia se mostra o alimento limitante, este regime permite alimentar 52 animais. No terceiro e quarto regimes, volta-se a verificar que a figueira-da-índia se mostra como alimento limitante no regime. Como a produção de alimento aumenta, o número de animais que se consegue alimentar com este regime, diminui. Assim, estes regimes conseguem alimentar 40 animais.

10. Considerações finais e conclusões

Em termos gerais, a análise dos regimes alimentares propostos mostra que a utilização de *Opuntia ficus-indica*, quando misturada com qualquer uma das leguminosas estudadas, promove ganhos de peso que devem ser estudados, de modo a serem utilizados em engordas de bovinos.

Verifica-se que o grão de leguminosa que, quando aliada à *Opuntia ficus-indica* (figueira-da-índia) promove ganhos de peso médio diário superiores é o *Lupinus albus* (tremoço branco). Com a utilização deste grão no regime alimentar, os bovinos da raça *Limousine* conseguem atingir ganhos de peso da ordem dos 1400 g/dia (média de

1122 g/dia). No entanto, a presença de fatores antinutricionais neste grão sugerem um rigoroso controlo da sua utilização. Estes valores de 1400 g/dia são aceitáveis para uma engorda de bovinos de raça Limousine.

Em consequência do acima exposto, o *Pisum sativum* (ervilha) poderá ser, de entre as estudadas, a leguminosa a considerar em primeiro lugar ao contrário de *Lathyrus tingitanus* (chícharo) que é a espécie, de entre as avaliadas, menos proveitosa para esta raça, pelo seu mais baixo valor de UFV.

A utilização de palha de trigo, associada a uma palha de leguminosa com fonte de fibra, promove ganhos de peso médio diário superiores em relação à utilização exclusiva de palha de leguminosa; no entanto, a combinação da palha de trigo com a palha de ervilha não segue esta regra, devido ao maior valor energético da palha de ervilha.

O aumento da ingestão de *Opuntia*, nas condições estudadas, não se traduz num maior ganho de peso médio diário, em particular no início e no fim do período de crescimento-engorda. Para estes períodos uma ração com 30% de *Opuntia* é mais vantajosa que uma ração de 40%. No entanto, como os custos de produção de figueira-da-índia são inferiores aos das outras espécies consideradas, um possível estudo económico poderá eventualmente revelar se as perdas produtivas refletidas nos animais podem ser compensadas pela diminuição nos custos de produção.

Verifica-se que a junção de oleínas (fontes de energia de baixo custo) aumenta a concentração energética fornecida pelo regime alimentar (UFV) e permite obter ganhos de peso diários superiores (maiores que 1600 g/dia) em comparação com os regimes sem oleína.

Na hipótese de se considerar a incorporação de quantidades elevadas de grão de leguminosa no regime alimentar, poder-se-á: i) substituir a ervilha por *Cicer arietinum* (grão-de-bico), que proporciona aumentos diários de peso muito próximos dos da ervilha; ii) utilizar um regime alimentar que junte ervilha, tremoço e palha de trigo, de modo a que se possa obter uma ração que contenha maior teor de palha de ervilha e menor teor de palha de tremoço, com um valor intermédio de palha de trigo; iii) realizar um estudo com outras leguminosas, como, por exemplo, a fava.

Sendo certo que a produtividade agronómica das diversas espécies em análise atinge valores compatíveis com a produtividade animal, refletida nos resultados acima descritos, ainda restam outras questões económicas a considerar. Num quadro de autossuficiência de uma exploração (assumindo que esta é a solução económica e

ecologicamente mais interessante), a primeira orientação deve ser a de seguir o *fator limitante*, isto é, a dimensão produtiva com menor expressão de possibilidade; contudo, essa orientação pode gerar excedentes noutras dimensões, cujas eventuais perdas serão mitigadas tanto quanto as proporções de produção e consumo sejam próximas; não é de desconsiderar, também, a eventual participação no mercado para colocação desses excedentes. Estas hipóteses carecem de ser avaliadas num contexto do valor de mercado de todos estes produtos, o qual também deriva dos demais agentes que operem na realidade envolvente.

11. Referências bibliográficas

Abreu, J.M., Bruno-Soares, A.M., 1998. Chemical composition, organic matter digestibility and gas production of nine legume grains. *Animal Feed Science Technology*, 70:49-57.

Akalu, G., Johansson, G., Nair, B. M., 1998. Effect of processing on the content of b-N-oxalyl- a, b-diaminopropionic acid (b-ODAP) in grass pea (*Lathyrus sativus*) seeds and flour as determined by flow injection analysis. *Food Chemistry*, 62: 233-237.

Alibes, X., Tisserand, J.L., 1990. Tables of the nutritive value for ruminants of Mediterranean forages and by-products. *Options Méditerranéennes: Série B Etudes et recherches*; numero 4:152.

Allkin, R., Goyder, D.J., Bisby, F.A., White, R.J., 1986. Names and synonyms of species and subspecies in the Viciaeae. Issue 3. Viciaeae Database Project, Southampton University, Southampton, UK.

Alsmeyer, R.H., Cunningham, A.E., Happich, M.L., 1974. Equations predict PER from amino acid analysis. *Food Technology*, 28:34-38.

Amaral, A., Franco, I., 2014. Efeito da densidade de sementeira nos componentes e rendimento do tremço branco (*Lupinus albus* L.).

Anderson, J. W., Major, A. W. 2002. Pulses and lipaemia, short- and long-term effect: potential in the prevention of cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition*, 88 (3):263-271.

Anderson, V., Harrold, R., Landblom, D., Lardy, G., Schatz, B., Schroeder, J.W., 2002. A guide to feeding field peas to livestock: Nutrient content and feeding recommendations for beef, dairy, sheep, swine and poultry. In: North Dakota State University, Extension service, AS-1224:11.

Andrade-Montemayor, H.M., Cordova-Torres, A.V., Garcia-Gasca, T., Kawas, J.R., 2011. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). *Small Ruminant Research*, 98:83-92.

Anil, L.; Park, J., Phipps, R. H., Miller, F. A., 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Sci.*, 53 (4):301-317.

Arieli, A., Sklan, D., Kissil, G., 1993. A note of the nutritive value of *Ulva Lactuca* for ruminants. *Animal Science*, 57(2):329-331

Aritiaga, O.P., Spehar, C.R., Boiteux, L.S., Nascimento, W.M. 2015. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. *Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10(1):102-109.

Bampidis, V.A., Christodoulou, V., 2011. Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 168:1-20.

Barbosa, A.S., Martins, J.N., Teixeira, G., Medeiros, M.B., Rufino, C.A., Barbosa, A.J.S., 2011. Caracterização morfológica de acessos de *Lupinus albus* L. sob diferentes densidades de planta. *Revista de Biologia e Farmácia*, vol. VI- Nº 1: 48-53.

Barrier-Guillot, B., Grosjean, F., Métayer, J. P., Beaux, M. F., Carrouée, B., 1999. Valeurs énergétiques de 39 lots de pois protéagineux présentés en granulés chez le poulet de chair. 3e Journées de la Recherche Avicole, St-Malo, 23-25 mars 1999:101-104.

Ben Salem, H., Makkar, H.P.S., Nefzaoui, A., 2004. Towards better utilization of non-conventional feed sources by sheep and goats in some African and Asian countries. In: Seminar of the Sub-Network on Nutrition of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Sheep and Goats, Hammamet (Tunisia), 8–10 November, 2001, 177–187. CIHEAM-IAMZ, Zaragoza.

Bhandari, S.C., Saini, V.K., Tarafdar, J.C., 2004. Comparison of crop yield, soil microbial C, N and P, N-fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Field Crops Research*, 89:39-47.

Bilgili, U., Uzun, A., Sincik, M., Yavuz, M., Aydinolu, B., Cakmakci, S., Geren, H., Avciolu, R., Nizam, I., Tekel, S., Gül, S., Anlarsal, E., Yücel, C., Avci, M., Acar, Z., Ayan, I., Ustün, A., Acikgoz, E., 2010. Forage yield and lodging traits in peas (*Pisum sativum* L.) with different leaf types. *Turk. J. Field Crops*, 15 (1):50-53.

Borba, A.E.S. (1992). Estudo do valor nutritivo e da qualidade da proteína de algumas forragens Açorianas. Tese de Doutorado. Universidade dos Açores. 352 pp.

Borreani, G., Peiretti; P.G., Tabacco, E., 2007. Effect of harvest time on yield and pre-harvest quality of semi-leafless grain peas (*Pisum sativum* L.) as whole-crop forage. *Field Crops Res.*, 100 (1):1-9.

Brand, T.S, Brandt, D.A., Cruywagen, C.W., 2004. Chemical composition, true metabolisable energy content and amino acid availability of grain legumes for poultry. *South Afr. J. Anim. Sci.*, 34 (2):116-122.

Bruno-Soares, A.M., Abreu, J.M.F., Guedes, C.V.M., Dias-da-Silva, A.A., 2000. Chemical composition, DM and NDF degradation kinetics in rumen of seven legume straws. *Animal Feed Science and Technology*, 83:75-80.

- Campbell, C. G., 1997. Grass pea: *Lathyrus sativus* L. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome; Italy, 92p.
- Charles, R., Vullioud, P., 2001. Field pea nitrogen in crop rotation. *Revue Suisse Agric.*, 33 (6):365-370.
- Chavan, J.K., Kadam, S.S., Salunkhe, D.K., 1989. Chickpea. In: Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. (Eds.), *CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization*, vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA:247–288.
- Chittaranjan, K., 2007. *Genome mapping and molecular breeding in plants, Volume 3: Pulses, sugar and tuber crops*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Clemente, A., Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Pedroche, J., Bautista, J., Millán, F., 1999. Protein quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein hydrolysates. *Food Chemistry*, 67:269-274.
- Collins, M., Moore, K.J., 1995. Postharvest processing of forages. In: Barnes, R.F., Miller, D.A. and Nelson, C.J. (eds). *Forage: The Science of Grassland Agriculture*: 147–161. Ames, IA: Iowa State University Press.
- De Miguel Gordillo, E., 1991. In *El Garbanzo. Una Alternativa para el Secano*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Demarquilly, C. (1987). La fenaison: évolution de la plante au champ entre la fauche et la récolte. Perte d'eau, métabolisme, modifications de la composition morphologique et chimique. In: *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation*. Ed. C. Demarquilly. INRA. Paris. 23-46.
- Demarquilly, C. (1989). The feeding value of forages. XVI International Grassland Congress, Nice: 1817-1826.
- Dos Santos, D. C; Albuquerque, S. G. de, 2001. *Opuntia* as fodder in the semi-arid northeast of Brazil. In: *Cactus (Opuntia spp.) as Forage*. Mondragon-Jacobo and Perez-Gonzalez Ed., FAO Plant production and protection papers N°169: 161p. FAO, Rome.
- Duarte, I., Pereira, G., 2016. Caderno técnico de práticas agrícolas para culturas leguminosas-grão: Grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). *Vida Rural*, setembro: 30-33.
- Dubeux, J. C., 2011. Use of cactus for livestock feeding. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).
- Ecocrop, 2013. Ecocrop database. FAO, Rome, Italy, visualizado em 2018.
- Ecocrop, 2014. Ecocrop database. FAO, Rome, Italy, visualizado em 2018.
- Ecoport, 2009. Ecoport database. Ecoport, visualizado em 2018.
- Ecoport, 2013. Ecoport database. Ecoport, visualizado em 2018.
- Emile, J.C.; Dias, F.J.; Al-Rifai, M.; Roy, P. le; Faverdin, P., 2008. Triticale and mixtures silages for feeding dairy cows. In: *Grassland Science in Europe, Volume 13, Biodiversity and animal feed: future challenges for grassland production*. Proceedings

of the 22nd General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden, 9-12 June 2008:804-806.

FAO, 1985. Food and Agriculture Organization, visualizado em 2018.

FAO, 1993. Food and Agriculture Organization, visualizado em 2017.

FAO, 2011. Food and Agriculture Organization, visualizado em 2017.

Faulkner, J.S., 1985. A comparison of faba beans and peas as whole-crop forages. *Grass and Forage Sci.*, 40 (2):161-169.

FEDNA, 2010. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, visualizado em 2018

Franco, J.G., King, S.R., Masabni, J.G., Volder, d A., 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low unput intercropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 203:1-10.

Fraser, M.D., Fychan, R., Jones, R., 2001. The effects of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. *Grass and Forage Sci.*, 56:218-230.

Friedman, M., 1996. Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44:6-29.

Fumagalli, P., Comolli, R., Ferrè, C., Ghiani, A., Gentili, R., Citterio, S., 2014. The rotation of white lupin (*Lupinus albus* L.) with metal-accumulating plant crops: A strategy to increase the benefits of soil phytoremediation. *J. Environ. Manage.* 145: 35-42.

Gebremariam, T., Melaku, S., Yami, A., 2006. Effect of diferente levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 131:42-51.

Gomez Cabrera, A., 2009. Banco de muestras Pastos españoles. Servicio de Información sobre Alimentos, Universidad de Cordoba.

Gonzalez, J., Andrés, S., 2003. Rumen degradability of some feed legume seeds. *Anim. Res.*, 52 (1):17-25.

Gou, F., van Ittersum, M.K., van der Werf, W., 2017. Simulating potential growth in a relay-strip intercropping system: model description, calibration and testing. *Field Crops Research*, 200:122-142.

Gou, F., Yin, W., Hong, Y., van der Werf, W., Chai, Q., Heerink, N., van Ittersum, M.K., 2017. On yield gaps and yield gains in intercropping: opportunities for increasing grain production in northwest China. *Agricultural Systems*, 151:95-105.

Gowda, C.L.L; Kaul, A.K., 1982. Pulses in Bangladesh. *Bengladesh Agric. Res. Inst.*

Gurung, A.M.; Pang, E. C. K., 2011. Lathyrus: chapter 6. In: Chittaranjan Kole (Ed.) *Wild crop relatives: Genomic and breeding resources, Legume crops and forages.*

- Gusha, J., Halimani, T.E., Katsande, S., Zvinorova, P.I., 2015. The effect of *Opuntia ficus indica* and forage legumes based diets on goat productivity in smallholder sector in Zimbabwe. *Small Ruminant Research*, 125:21-25.
- Gusha, J., Halimani, T.E., Ngongoni, N.T., Ncube, S., 2015. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. *Animal Feed Science and Technology*, 206:1-7.
- Humphreys, L.R. (1978). *Tropical pastures and fodder crops*. Longmans group Ltd. Harlow, Essex England. 135.
- Huyghe. C., 1997. Station d'Ameliorationdes Plantes Fourrageires, *I.N.R.A.*, 86600 *Lusignan, France*.
- Illiadis, C., 2001. Evaluation of six chickpea varieties for seed yield under autumn and spring sowing. *J. Agric. Sci.*, 137 (4):439–444.
- INRA, 2007. Institut national de la recherche agronomique, visualizado em 2018.
- Jarrige, R., Grenet, E., Demarquilly, C., Besle, J.M. (1995). Les constituants de l'appareil végétatif des plantes fourragères. In: *Nutrition des Ruminants Domestiques. Ingestion et Digestion*. Ed R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M.H. Farce, M. Journet: 25-81. INRA, Paris.
- Khan, R. U.; Rashid, A.; Khan, A., 1999. Effect of cutting chickpea at different dates on green fodder and seed yield under rainfed condition. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 2 (2):347-349.
- Kislev, M.E., 1989. Origins of the cultivation of *Lathyrus sativus* and *L.cicero* (Fabaceae). *Economic Botany* 43:262– 270.
- Koivisto, J.M., Benjamin, L.R., Lane, G.P.F., Davies, W.P., 2003. Forage potential of semi-leafless grain peas. *Grass and Forage Sci.*, 58 (2):220-223.
- Ksiezak, J., Staniak, M., 2009. Evaluation of legume-cereal mixtures in organic farming as raw material for silage production. *J. Res. Appl. Agric. Engin.*, 54 (3):157-163.
- Kupicha, F.K., 1983. The infrageneric structure of *Lathyrus*. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh* 41:209–244.
- Larbier, Z.M., Chagneau, A.M., Lessire, M., 1991. Bioavailability of lysine in rapeseed and soybean meals determined by digestibility trial in cockerels and chick growth assay. *Animal Feed Science and Technology*, 35:237-246.
- Lazányi, J., 2000. Grass pea and green manure effects in the Great Hungarian Plain. *Univ. West. Aust., Centre Leg. Med. Agric., Lathyr. Lathyrism Newsletter*, 1.
- Lestingi, A., Facciolongo, A.M., Marzo, D., Nicastro, F., Toteda, F., 2015. The use of faba bean and sweet lupin seeds in fattening lamb feed.2. Effects on meat quality and fatty acid composition. *Small Ruminant Research*, 131:2-5.
- Lestingi, A., Facciolongo, A.M., Caputi Jambrenghi, A., Ragni, M., Toteda, F., 2016. The use of peas and sweet lupin seeds alone or in association for fattening lambs: Effects on performance, blood parameters and meat. *Small Ruminant Research*, 143:15-23.

- Liu, Q., Lanari, M., Schaefer, D.M., 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73:3131-3140.
- Lopez-Garcia, J.J, Fuentes-Rodriguez, J. M.; Rodriguez, R. A., 2001. Production and use of *Opuntia* as forage in Northern Mexico. In: *Cactus (Opuntia spp.) as Forage*, Mondragon-Jacobo and Perez-Gonzalez Ed., FAO Plant production and protection papers N°169: 161p, FAO, Rome.
- Lucas, M.M., Stoddard, F.L., Annicchiarico, P., Frías, J., Martínez-Villaluenga, C., Sussmann, D., Duranti, M., Seger, A., Zander, P. M., Pueyo, J. J., 2015. The future of lupin as a protein crop in Europe. *Front Plant Sci.*, 6:705.
- Mahouachi, M., Atti, N., Hajji, H., 2012. Use of Spineless Cactus (*Opuntia ficus-indica f. inermis*) for diary goats and growing kids: impacts on milk production, kid's growth and meat quality. *The Scientific World Journal*, ID 321567:1-4. doi:10.1100/2012/321567.
- Martins, C.F., Freire, J.P.B., Pederneira, A., Falcão e Cunha, L., 2017. Utilização de *Opuntia ficus-indica* na alimentação dos animais. Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.
- Mathers, J.C., 2002. Pulses and carcinogenesis: potential for the prevention of colon, breast and other cancers. *British Journal Nutrition*, 88 (3): 273-279.
- Maxted, N., Bennett, S.J., 2001. Plant genetic resources of legumes in the Mediterranean. *Current plant science and biotechnology in agriculture*, volume 39, Springer.
- Mbugua, D.M, Kiruiro, E.M., Pell, A.N., 2008. *In vitro* fermentation of intact and fractionated tropical herbaceous and tree legumes containing tannins and alkaloids. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 146 (1-2):1-20.
- Messiaen, C-M., Seif, A.A., Jarso, M., Keneni, G., 2006. *Pisum sativum* L. Record from Protabase. Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.
- Métivier, T.; Milleville, C.; Guimas, A.; Fréville, G.; Foulon, F, 2013. Le lupin, la graine très riche en protéines qui pousse en Normandie. *Chambre d'Agriculture de Normandie*.
- Mihailović, V., Mikić, A., Čupina, B., 2007. Potential of annual legumes for utilization in animal feeding. *Biotechnology in Animal Husbandry* 23 (5-6), 1 (573-581).
- Mihailovic, V.; Mikic, A.; Cupina, B.; Krstic, D.; Antanasovic, S.; Radojevic, V., 2013. Forage yields and forage yield components in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Legume Res.*, 36 (1):67.
- Mikić, A., Čupina, B., Katić, S., Karagić, Đ, 2006. Importance of annual forage legumes in supplying plant proteins. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 42 (I):91–103.
- Mikic, A., Cupina, B., Mihailovic, V., Krstic, D., Antanasovic, S., Zoric, L., Dordevic, V., Peric, V., Srebric, M., 2013. Intercropping white (*Lupinus albus*) and Andean (*Lupinus mutabilis*) lupins with other anual cool season legumes for forage production. *South African Journal of Botany*, 89:296-300.

- Mondragon-Jacobo, C.; Perez-Gonzalez, S., 2001. Cactus (*Opuntia* spp.) as forage. FAO Plant production and protection papers Vol 169. FAO.
- Moreira, N. (2002). Agronomia das Forragens e Pastagens. UTAD. Vila Real.
- Muehlbauer, F.J., Tullu, A., 1997. *Pisum sativum* L. In: NewCrop Factsheet, Purdue University, Center for new crops & plant products.
- Munz, S., Feike, T., Chen, Q., Claupein, Wl., Graeff-Honninger, S., 2014. Understanding interactions between cropping pattern, maize cultivar and the local environment in strip-intercropping systems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 195-196:152-164.
- Mustafa, A.F., Seguin, P., 2003. *Canadian Journal of Animal Science*, 2003, 83(4): 793-799.
- Nalle, C. L., 2009. Nutritional evaluation of grain legumes for poultry. PhD Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Nefzaoui, A., 2010. Use of cactus as feed: review of the international experience. Improved utilization of cactus pear for food, feed, soil and water conservation and other products in Africa: 93.
- Oelke, E.A., Oplinger, E.S., Hanson, C.V., Davis, D.W., Putnam, D.H., Fuller, E.I., Rosen, C.J., 1991. Dry field pea. *Alternative Field Crop Manual*, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension.
- Orwa, C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R.; Anthony, S., 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya.
- Pastor-Cavada, E., Juan, R., Pastor, J.E., Alaiz, M., Vioque, J., 2011. Nutritional characteristics of seed proteins in 15 *Lathyrus* species (*fabaceae*) from Southern Spain. *LWT – Food Science and Technology*, 44:1059-1064.
- Peña-Chocarro, L., Peña, L. Z., 1999. History and traditional cultivation of *Lathyrus sativus* L. and *Lathyrus cicera* L. in the Iberian Peninsula. *Vegetation History and Archaeobotany*, 8:49-52.
- Pichard, G., Innocenti, E., 1983. Morphological and nutritional changes in forage peas in various growth stages. *Proceedings of the Fifth World Conference on Animal Production*, August, 1983. Vol 2:607-608.
- Pinheiro, M., 2000. O género *Lupinus* L. (leguminales-faboideae) no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Prolea, 2008. Le pois sec, de la plante à ses utilisations. UNIP, France.
- Reynolds, S. G.; Arias, E., 2001. Cactus (*Opuntia* spp.) as forage. Mondragon-Jacobo and Perez-Gonzalez Ed., 2001, FAO Plant production and protection paper N°169: 161p. FAO, Rome.

- Rizkalla, S.W., Bellisle, F., Slama, G. 2002. Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and healthy individuals. *British Journal Nutrition*, 88 (3):255-262.
- Rondahl, T., Bertilsson, J., Martinsson, K., 2010. Effects of maturity stage, wilting and acid treatment on crude protein fractions and chemical composition of whole crop pea silages (*Pisum sativum* L.). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 163 (1):11-19.
- Rosa, M. J. S., Ferreira, R. B., Teixeira, A. R., 2000. Storage proteins from *Lathyrus sativus* seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:5432-5439.
- Russell, C.E., Felker, P., 1987. The prickly pear (*Opuntia* spp., *Cactaceae*): a source of human and animal food in semi-arid regions. *Econ. Bot.* 41, 433-445.
- Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Vioque, J., Bautista, J., Millán, F., 1999. Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum* L.): chemical composition, functional properties and protein characterization. *Food Chemistry*, 64:237-243.
- Santos, A.O.A., Batista, Â.M., Mustafa, A., Amorim, G.L., Guim, A., Moraes, A.C., de Andrade, R., 2010. Effects of Bermuda grass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. *Trop. Anim. Health Prod.* 42 (3), 487–494.
- Singh, U., 1988. Antinutritional factors of chickpea and pigeonpea and their removal by processing. *Plant Foods for Human Nutrition*, 38:251-261.
- Skiba, F., Hazouard, I., Bertin, J. M., Chauvel, J., 2000. Digestibilité du phosphore de 14 matières premières et influence de la phytase végétale dans l'alimentation du porc charcutier. *Journées Rech. Porc.*, 32:169-175.
- Souza, E.J., Guim, A., Batista, Â.M., Santos, K.L., Silva, J.R., Morais, N.A.P., Mustafa, A.F., 2009. Effects of soybean hulls inclusion on intake, total tract nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Small Rumin. Res.* 85 (1), 63–69.
- Sullivan, J.T. (1973). Drying and storing herbage as hay. In: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Ed. G.W. Butler and R.W. Bailey. Academic Press. Inc., London e New York. 3:1-31.
- USDA, 2009. GRIN - Germplasm Resources Information Network. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland.
- Van der Maesen, L. J. G., 1989. *Cicer arietinum* L. Record from Proseabase. van der Maesen, L. J. G.; Somaatmadja, S. (Eds). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74 (10).
- Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., Priolo, A., 2008. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 147:223-246.

Vaz Patto, M.C., Rubiales, D., 2014. Lathyrus diversity: available resources with relevance to crop improvement – *L. sativus* and *L. cicera* as case studies. *Annals of Botany*, 113:895-908.

Vieira, E. L.; Batista, A. M. V.; Guim, A.; Carvalho, F. F.; Nascimento, A. C.; Araujo, R. F. S.; Mustafa, A. F., 2008. Effects of hay inclusion on intake, *in vivo* nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 141 (3-4): 199-208.

Vilela, M.S., Ferreira, M.A., Azevedo, M., Modesto, E.C., Farias, I., Guimarães, A.V., Bispo, S.V., 2010. Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill.) for lactating cows: Ingestive behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 125:1-8.

Yadav, S.S.; Bejiga, G., 2006. *Lathyrus sativus* L.

Yang, Z.Y., Spencer, P.S., Li, Z.X., Liang, Y.M., Wang, Y.F., Wang, C.Y., et al., 2006. *Lathyrus sativus* (grass pea) and its neurotoxin ODAP. *Phytochemistry*, 67: 107-121.