



# Efeito da sementeira e da fertilização na produção de forragens verdes hidropónicas de centeio e cevada.

Ana Isabel Rocha Fernandes de Sousa

Mestrado em Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

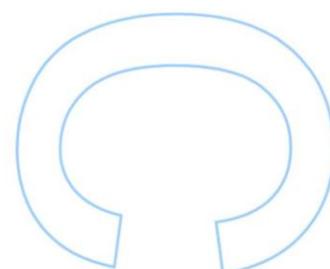
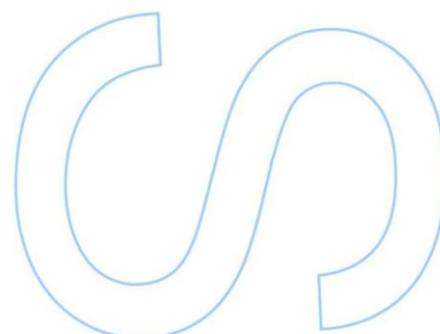
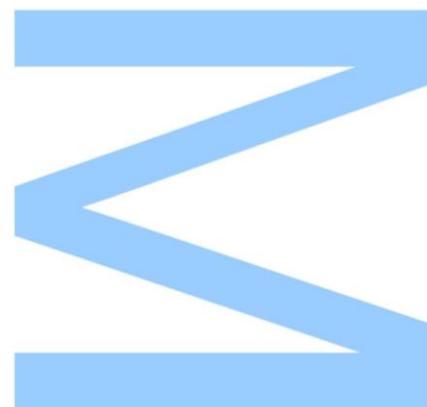
2015

## **Orientador**

Eliana Pamela Antunes Barbosa, Faculdade de Ciências Universidade do Porto

## **Coorientador**

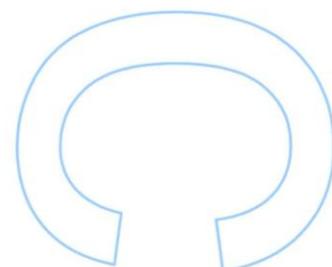
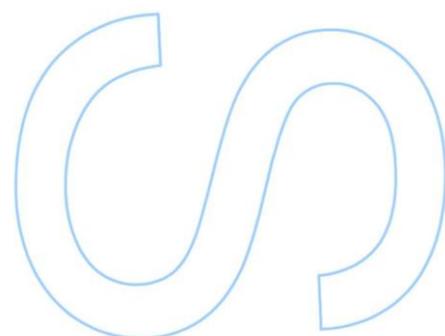
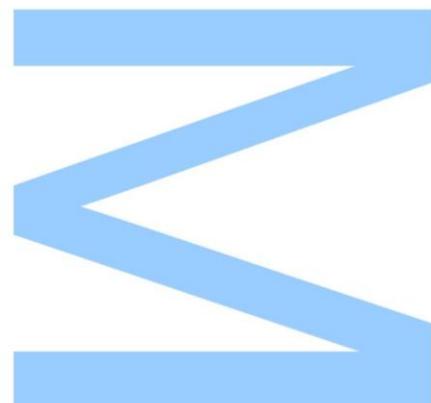
Pedro Santos Vaz



Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_





# Agradecimentos

De este dois anos de frequência do mestrado, conheci pessoas, adquiri conhecimentos, que vão ser levados comigo para a vida.

Desde já um agradecimento à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pela experiência, e pelo know-how que me proporcionou.

Aos meus professores do mestrado, por partilharem conhecimento, experiências de vida, e sempre prontos a ajudar no desenvolvimento de novos projetos e ideias, contribuindo assim para um melhor desenvolvimento pessoal e intelectual.

Um obrigada à Professora Ana Aguiar, pela prontidão e vontade que sempre revelou para ajudar os alunos nos mais variados assuntos, tendo sempre em mente o melhor.

Um agradecimento especial à Fernanda, que tanto me apoiou no delineamento experimental, e sempre atenta aos erros que eu eventualmente cometia.

A todos os meus amigos da faculdade, que levo no coração, pois são os únicos que sabem o que é verdadeiramente estar a passar por esta experiência, mas também às minhas amigas de infância, que fizeram sempre questão de me motivar, dizendo que iria correr tudo bem.

Sobretudo aos meus pais e ao meu irmão, pela paciência tão inesgotável, aquando dos meus momentos mais críticos e loucos, sempre me apoiando, incentivando a dar o meu melhor.

Aos meus avós, que no fundo, não percebem nada de dissertações, nem o porquê de ainda ter de fazer este trabalho para ser formada (como eles chamam), mas sabem-no com toda a certeza que estou a dar o meu melhor, e isso manteve-me focada para seguir em frente, e nunca, mas nunca em circunstância alguma os desiludir.

Um obrigada à Professora Eugénia, por ter cedido a estufa do seu laboratório, uma vez que a secagem das amostras foi um passo determinante para a continuação do aprofundamento do estudo de investigação.

À SOJAGADO por ter aceite colaborar connosco quando nem sequer está relacionado com a FCUP, mas sem dúvida que a sua contribuição foi muito positiva, enriquecendo o trabalho.

Gostaria de agradecer ao meu Co-orientador, Eng.º Pedro Vaz, pela ajuda e auxílio prestados.

Por fim, e um dos maiores agradecimentos, senão o maior, é para a minha Orientadora, Professora Eliana Barbosa, que foi a minha escolha desde o início, e que tanta paciência teve para me aturar, e nunca me deixou sozinha nem desamparada. Obrigada por ter acreditado em mim e nunca ter desistido. Revelou ser uma pessoa, persistente, compreensiva e sobretudo amiga...

O meu muito obrigada a todos, sem o vosso contributo, teria conseguido, mas de certeza que era não era a mesma coisa...



## Resumo

O presente trabalho teve por objetivo, avaliar a produtividade e composição químico - bromatológica da forragem verde hidropónica para alimentação animal. A forragem foi cultivada em estufa em ambiente não controlado, situado no Pólo - *Campus Agrário* de Vairão, da Universidade do Porto, sediado em Vila do Conde.

Foram utilizadas sementes de dois cereais, sem tratamento prévio: cevada e centeio, aleatoriamente distribuídas em tabuleiros sob um esquema fatorial (4x2), utilizando como variáveis independentes: duas densidades de sementeira (1kg e 1,5kg), percentagem de grau de germinação, tendo como parâmetros de avaliação a pigmentação, densidades de brotamento e altura da fitomassa. Foram também utilizadas, concentrações diferenciadas de solução nutritiva, sendo aplicados 2,5ml/L para baixas densidades (BD) de sementeira (1kg), e 3ml/L para altas densidades (AD) de sementeira (1,5kg).

Salienta-se outro indicativo de produtividade, que incidiu no fator idade de corte, efetuado ao 10º dia DDS. Nas condições de clima estudadas, com valores de temperatura e humidade variáveis, conclui-se que as forragens de cevada e centeio hidropónicas, apresentaram níveis considerados de nutrientes, elevando o potencial de matéria seca, para uso na alimentação animal e uso pecuário. Após efetuar-se o corte da forragem verde hidropónica (FVH), a cultura do centeio foi aquele que obteve um valor mais elevado em peso fresco (PF). Por outro lado, no que respeita à matéria seca (MS), o centeio, foi aquele que teve um valor mais elevado contando com uma média de 66,3% de MS, em detrimento da cevada, que obteve uma média de 56% relativo à MS. Quanto à aplicação da solução nutritiva, no que respeita à produtividade da FVH, não é possível chegar a alguma conclusão concreta, no entanto durante o período de desenvolvimento das culturas, as repetições que continham fertirrega, apresentavam uma pigmentação mais garrida, e conforme registo fotográfico, maior densidade de plantas por tabuleiro. Relativamente ao controlo dos fungos, teriam de estar reunidas, certas medidas técnicas e estruturais, e uma vez que a entidade patronal não detinha, seria muito dispendioso estabelecer a aquisição.

Em suma, executaram-se análises químico - bromatológicas da respetiva FVH da cevada e do centeio, obtendo assim valores mais precisos e explicativos. Tendo em conta os seus constituintes nutricionais, como proteína bruta (PB), fibra bruta (FB),

fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas ou matéria mineral e teor de humidade.

Palavras chave:

Forragem verde hidropónica, densidades de sementeira, solução nutritiva, análises bromatológicas.



## Abstract

This study aimed to evaluate the productivity and chemical composition - bromatological of hydroponic green fodder for animal feed. The forage was grown under cover in uncontrolled environment, located in Pole - Campus of Agrarian Vairão, the University of Porto, based in Vila do Conde.

Seeds were used in two cereals, untreated: barley and rye, randomly distributed in trays under a factorial arrangement (4x2), using as independent variables: two sowing densities (1kg and 1.5kg), percentage of degree of germination, having as endpoints pigmentation, budding density and height of the biomass. Were also used, different concentrations of nutrient solution applied being 2.5 ml / L for lower densities (BD) seed (1 kg), and 3ml / L to high density (AD) seed (1.5kg).

It should be noted another indication of productivity, which focused on the cutting age factor, made the 10th day DDS. In weather conditions studied, with values of temperature and humidity variables, it is concluded that the fodder barley and rye hydroponic presented considered nutrient levels, raising the potential of dry matter for use in animal feed and animal husbandry use. After making up the cut of hydroponic green fodder (FVH), rye crop was the one who obtained a higher value on fresh weight (FW). On the other hand, with regard to dry matter (DM), rye, that was stopped counting a higher value with an average of 66.3% DM, instead of barley, we obtained an average of 56% on MS. Application of the nutrient solution as regards the productivity of FVH, you can not come to any concrete conclusion, however during the development period of the crop, the repetitions containing fertigation, showed a most elegant pigmentation, and as photographic record , highest density of plants per tray. Relative to the control of fungi, would have to be met, certain technical and organizational measures, and since the employer did not hold, it would be very expensive to establish the acquisition.

In short, they performed chemical analyzes - bromatological the respective FVH barley and rye, thus obtaining more accurate and explanatory values. Taking into account their nutritional constituents such as crude protein (CP), crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ash or mineral matter and moisture content. Keywords:

Green hydroponics fodder, Seeding density, nutritional solution, chemical analysis.



# Índice

Agradecimentos.....	4
Resumo.....	6
Abstract.....	9
Índice .....	11
Lista de tabelas.....	14
Lista de figuras .....	14
Lista de abreviaturas .....	16
Capítulo 1.....	18
Introdução.....	18
1.1 Enquadramento .....	18
1.2 Objetivos .....	20
1.3 Estrutura.....	20
Capítulo 2.....	21
Forragem Verde Hidropónica .....	21
2.1 Definição e importância .....	21
2.2 Composição nutricional da forragem verde hidropónica .....	23
2.3 Forragem verde hidropónica na produção animal .....	25
2.3.1 Grãos germinados e benefícios nutricionais.....	27
2.4 Vantagens e desvantagens .....	27
2.5 Análises bromatológicas.....	29
2.5.1 Definição e importância.....	29
2.5.2 Parâmetros da composição bromatológica: a) Peso fresco (PF), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta(FB), fibra em detergente neutro FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas e humidade .....	30
Capítulo 3.....	35
Delineamento experimental.....	35
3.1 Objetivos dos estudos empíricos .....	35
3.2 Material e métodos .....	36
3.2.1 Pré germinação - estudo preliminar.....	39
3.2.2 Pré germinação - delineamento experimental.....	39
3.2.3 Métodos e técnicas utilizadas na colheita .....	40

3.2.4 Custos da experiência.....	41
3.4 Resultados e discussão.....	42
3.4.1 Descrição e análise do ensaio preliminar .....	42
3.4.2 Descrição e análise do delineamento experimental .....	44
3.4.3 Análise estatística .....	54
3.5 Análises bromatológicas.....	64
3.5.1 Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra bruta (FB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA) e cinzas .....	64
3.5.2 Comparação entre as análises bromatológicas da FVH do centeio e da cevada, com a composição dos componentes analíticos das formulações de concentrados da empresa(**). .....	73
Capítulo 4.....	74
Conclusões .....	74
Referências Bibliográficas .....	76
Anexos .....	78



## Lista de tabelas

Tabela 1 - Comparação de parâmetros nutricionais da FVH, versus outros regimes alimentares .....	24
Tabela 2 - Peso restante do Centeio e acréscimo pelas diferentes densidades .....	39
Tabela 3 - Peso restante da cevada e acréscimo pelas diferentes densidades.....	39
Tabela 4 - Custos da experiência .....	41
Tabela 5 - Valores de significância do modelo (p, R <sup>2</sup> , CV) e médias das variáveis dependentes PF, PS, MS e Alt. ....	54
Tabela 6 - Valores de significância entre as variáveis dependentes (PF, PS, MS e Alt) e independentes (Cult, Rep, Trat e Cult x Trat) .....	55
Tabela 7 - Comparação das médias de PF, PS, MS e Alt respeitantes às culturas do centeio e cevada. ....	56
Tabela 8 - Comparação das médias de PF, PS, MS e Alt respeitantes às repetições .....	58
Tabela 9 - Comparação das médias de PF, PS, MS e Alt respeitantes aos Trat .....	61
Tabela 10 - Valores de significância do modelo (p, R <sup>2</sup> , CV) e médias das variáveis dependentes FB, FDN, FDA, PB e Cz.....	63
Tabela 11 - Valores de significância entre as variáveis dependentes (PF, PS, MS e Alt) e independente (Cult). ....	63
Tabela 12 - Comparação das medias de FB, FDN, FDA, PB e Cz respeitantes às culturas do centeio e da cevada.....	63
Tabela 13 - Resultado das análises bromatológicas da forragem verde hidropónica de cevada e centeio.....	64
Tabela 14 - Resultados da matéria seca (%) da cevada e do centeio .....	65
Tabela 15 - Estimativa de ingestão de matéria seca a partir do teor de FDN.....	67
Tabela 16 - Estimativa da digestibilidade da matéria seca (DMS) a partir dos valores de FDN	69
Tabela 17 - Estimativa da percentagem de hemicelulose .....	70
Tabela 18 - Estimativa do valor da energia do alimento, expresso em nutrientes digestíveis totais (NDT) .....	71

## Lista de figuras

Figura 1 - Classificação dos alimentos. Fonte: Andrigueto et al. (1982) Adaptado de: Salman, Ferreira.....	30
Figura 2 - Gráfico da relação entre PB e EUN .....	32
Figura 3 - Esquema das densidades para a cultura de cevada .....	36
Figura 4 - Esquema das densidades para a cultura de centeio .....	37
Figura 5 - Pulverizador para aplicação de solução nutritiva .....	38
Figura 6 - Solução nutritiva <i>BioSevia Grow</i> .....	38
Figura 7 - Fragmento de forragem de cevada hidropónica. ....	40
Figura 8 - Amostra húmida de cevada.....	41
Figura 9 - Sementes de cevada ao 7º DDS. 12/05/2015 .....	43
Figura 10 - Centeio germinado ao 7º DDS. 12/05/2015 .....	43
Figura 11 - Centeio germinado ao 7º DDS. Presença de fungos. 12/07/2015.....	44
Figura 12 - Centeio: presença de fungos.....	44

Figura 13 - Germinação ao 6º DDS. À esquerda BD 0, à direita BD 1 .....	45
Figura 14 - Germinação ao 6º dia de FVH de cevada. À direita AD 1 e à esquerda AD 0.....	46
Figura 15 - FVH de centeio ao 6º DDS. À direita BD 1 e à esquerda BD 0. Fonte: Autor .....	46
Figura 16 - FVH de centeio ao 6º DDS. À direita AD 1 e á esquerda AD 0.....	47
Figura 17 - FVH de cevada ao 8º dia de germinação (BD).....	48
Figura 18 - FVH de cevada ao 8º dia de germinação (BD).....	48
Figura 19 - FVH Cevada germinada ao 8º dia (AD). Fonte: Autor .....	49
Figura 20 - FVH de centeio germinado ao 8º dia. À direita BD 1 e à esquerda BD 0. ....	50
Figura 21 - FVH de centeio germinado ao 8º dia. À direita AD 1 e à esquerda AD 0.....	50
Figura 22 - FVH de cevada germinado ao 9º dia. À direita BD 1 e à esquerda BD 0.....	51
Figura 23 - FVH de cevada germinado ao 9º dia. À direita AD 1 e à esquerda AD 0. ....	52
Figura 24 - FVH de centeio germinado ao 9º dia. À direita BD 1 e à esquerda BD 0. ....	52
Figura 26 - Gráfico da temperatura diária acumulada (Base 0°C) versus. Crescimento .....	53
Figura 25 - FVH de centeio germinado ao 9º dia. À direita AD 1 e à esquerda AD 0.....	53
Figura 27 - Média do peso fresco em função da cultura.....	56
Figura 28 - Média do peso seco em função da cultura .....	57
Figura 29 - Média da matéria seca em função da cultura .....	57
Figura 30 - Altura média das plantas em função das cultura.....	58
Figura 31 - Média do peso fresco em função da repetição.....	59
Figura 32 - Média do peso seco em função da repetição .....	59
Figura 33 - Média da matéria seca em função da repetição .....	60
Figura 34 - Média do altura em função da repetição .....	60
Figura 35- Média do peso fresco em função da densidade de plantação e da solução nutritiva. 61	
Figura 36 - Média do peso seco em função da densidade de plantação e da solução nutritiva .. 61	
Figura 37 - Média da matéria seca em função da densidade de plantação e da solução nutritiva .....	62
Figura 38 - Altura média das plantas em função da densidade de plantação e da solução nutritiva .....	62
Figura 39 - MS (%) do centeio e da cevada .....	65
Figura 40 - Gráfico do efeito dos tratamentos (BD-0, BD-1; AD-0, AD-1) na PB do centeio e da cevada .....	66
Figura 41 - Gráfico do efeito dos tratamentos (BD-0, BD-1; AD-0, AD-1) na FB do centeio e da cevada .....	67
Figura 42 - Gráfico da FDN do centeio e da cevada .....	68
Figura 43 - Gráfico do efeito da FDN sobre o CMS no centeio e na cevada .....	68
Figura 44 - Gráfico da FDA no centeio e na cevada .....	69
Figura 45 - Gráfico do efeito da FDA sobre a DMS no centeio e na cevada .....	70
Figura 46 - Gráfico do efeito da FDA sobre a hemicelulose no centeio e na cevada.....	71
Figura 47 - Gráfico do efeito da FDA sobre os NDT no centeio e na cevada.....	72
Figura 48 - Gráfico relativo às cinzas (%) .....	73
Figura 49 - Alimento composto: características analíticas .....	74
Figura 50 - Alimento composto: características analíticas .....	74
Figura 51 - Tabuleiro sem perfurações. ....	78
Figura 53 - Monitorização das temperaturas mínima e máxima indoor .....	79
Figura 52 - Localização dos aspersores na estufa. ....	78
Figura 54 - Termómetro analógico.....	79
Figura 55 - Estufa do laboratório para dessecar as amostras de FVH. Fonte: Autor .....	80

Figura 57 - Presença de fungos no centeio - 1º delineamento experimental .....	81
Figura 56 - Proveta utilizada na determinação da quantidade de solução nutritiva. Fonte: Autor .....	80
Figura 58 - Esquema da distribuição de densidade de sementeira, repetições, e aplicação .....	81
Figura 59 - Valores médios de duas repetições do PF, PS e da M, nas culturas de cavada e centeio.....	82

## Lista de abreviaturas

Alta densidade - AD

Altura - Alt

Altura mínima - Alt. Min

Altura máxima - Alt. Max

Baixa densidade - BD

Centímetros - cm

Cultura - Cult

Consumo da matéria seca - CMS

Dias depois da sementeira - DDS

Digestibilidade da matéria seca - DMS

Fibra bruta - FB

Fibra em detergente ácido - FDA

Fibra em detergente neutro - FDN

Figura - fig.

Forragem verde hidropónica - FVH

Litro - L

Matéria mineral - MM

Matéria seca - MS

Mililitro - ml

Peso fresco - PF

Peso seco - PS

Não significativo - n.s

Nutrientes digestíveis totais - NDT

Proteína bruta - PB

Quilograma - kg

Temperatura - t°C

Repetição - Rep

Solução nutritiva - SN

Tratamento - Trat

# Capítulo 1

## Introdução

O presente trabalho de investigação, insere-se no âmbito da dissertação de mestrado, do curso de Engenharia Agronómica, pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. A agronomia esteve sempre presente no seu todo, durante a execução do presente trabalho, caracterizando-se por integrar conteúdos de ordem vegetal, fazendo também alusão à parte animal, enquanto forragem verde hidropónica, em função de ser fornecida aos animais.

O tema foi sugerido pela própria orientadora, tendo sido logo de imediato aceite, pelo desafio que por si representava, visto que o assunto ainda suscita muitas dúvidas em relação a esta forma de produção. Se ao diminuirmos a escala geográfica, e ir até ao território nacional, verifica-se grande dificuldade em encontrar informação deste género, uma vez que não se encontra registos de trabalhos escritos e desenvolvidos a nível académico, até à data.

### 1.1 Enquadramento

Num período de grande instabilidade para o setor leiteiro e com flutuações perigosas do preço do leite em torno da linha vermelha, assim como, um constante aumento do custo dos fatores de produção, sobretudo dos alimentos concentrados, têm surgido, cada vez mais, vozes a favor do retorno à erva como alimento base dos bovinos de produção, mesmo em sistemas intensivos, (Madeira & Sobreira, 2014).

Com os argumentos da redução significativa dos problemas sanitários, principalmente podais, mamites, melhoria geral do bem estar animal, e até um custo de produção inferior ao custo de aquisição de alimentos concentrados por teor de nutriente, e muito mais económicos do que a produção de silagem de milho por unidade proteica, têm sido cada vez mais os aderentes para a Forragem Verde Hidropónica, (Valdez, Duarte, Gallardo, & al., 2009).

Além destas vantagens, no Alentejo, onde é difícil a produção estival de erva sem o dispêndio de grande quantidade de água e energia, este sistema tem vindo a encontrar fácil justificação e acréscidos interessados. Posto isto, o norte do país é

encarado geograficamente, como uma região de grande impacto económico-social no âmbito da zootecnia, e estando implementadas uma panóplia de atividades agrícolas que carecem de maior investimento, quer em estruturas fundiárias quer na alimentação animal. É do conhecimento comum que o maior entrave à exploração agrícola são os custos de produção, então questiona-se, qual a forma de os minimizar.

Uma opção usual e cada vez mais aceite por parte dos produtores, é a forragem verde hidropónica. O sistema mais comum da produção de FVH é, na verdade, a tipologia de administração direta onde se proporciona aos animais "erva" recém germinada, normalmente composta à base de cereais. O ciclo de produção deste tipo de culturas é relativamente curto sendo fornecida entre 8 a 10 dias após a emergência das folhas, num sistema "wholefood", pois os animais ingerem folhas, restos das sementes e também as raízes que, como estão isentas de terra, são aproveitadas pelo efetivo animal com igual prazer.

Em Portugal existem já duas opções para os produtores de animais de interesse pecuário. Como primeira opção, deparámo-nos com um sistema de produção de forragem hidropónica, customizada à dimensão da sua propriedade e das respetivas necessidades, para o que existem empresas que oferecem sistemas chave na mão, ou então como segunda opção, à aquisição diária, ou sempre que necessário, de forragem, produzida por empresas especializadas nesse serviço e que se responsabilizam pela entrega ao produtor.

A percentagem de forragem hidropónica na dieta dos animais irá, naturalmente, depender da fase de ciclo produtivo e idade do animal e, sendo que a maioria dos nutricionistas tem vindo a recomendar a suplementação dos animais com 5 a 15kg de forragem hidropónica por dia, sobretudo em substituição do alimento concentrado, justificado pelo alto teor de proteína (20 a 30%) e energia facilmente metabolizável.

Por outro lado já existem produtores que associam a sua produtividade a este tipo de dieta alimentar como suplemento a eventuais necessidades de produção, manutenção e reprodução, dado o seu custo de produção rivalizar com o custo da silagem de milho, (Madeira & Sobreira, 2014).

Ao falarmos de FVH, estamos a relacionar forçosamente com a produção animal. Olhar para a FVH, é o mesmo que pensar quais as implicações técnicas e práticas irão ser incrementadas, assim como consequências diretas, na produtividade da carne, do leite, redução de incidências de mastites, e aumento da fertilidade dos

animais devido essencialmente aos contributos positivos dos fatores nutricionais, presentes na forragem verde hidropónica (vitamina E). Assim este tipo de cultura, contribuí para o aumento da rentabilidade de propriedades de pequena dimensão, maximizando a utilização do espaço disponível, (Zorzan, 2006).

## 1.2 Objetivos

O presente trabalho, teve como objetivo primordial, avaliar o efeito das diferentes densidades de sementeira (BD - 1kg, e AD - 1,5kg) na produção, assim como e aplicação de diferentes concentrações de solução nutritiva na produção de FVH, das duas culturas (cevada e centeio), realizada em estufa com recurso a rega programada e registo diário da temperatura.

Um dos objetivos secundários, mas não menos relevante, diz respeito à realização de análises bromatológicas, analisando assim a qualidade nutritiva das culturas em estudo (forragem verde hidropónica). As análises bromatológicas, incidiram, sobretudo nos seguintes parâmetros: percentagem de peso fresco (PF), matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas ou matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e proteína bruta (PB), auferindo assim valores mais precisos e explicativos.

Para alcançar os objetivos propostos, foram definidos um conjunto de procedimentos, os quais se passa a descrever: (1) o delineamento e execução de um plano experimental, cujos objetivos específicos se prenderam com a aquisição de experiência e maneo do tipo de cultura em questão; (2) revisão de melhoria sobre aspetos, que só através do estudo experimental se adquiriu o "know-how" necessário para melhorar empiricamente o estudo piloto; (3) revisão de bibliografia existente sobre o tema, como auxílio para uma melhor compreensão sobre o assunto em questão; (4) realização de análises bromatológicas, imprescindíveis para uma apreciação e comparação de dados bem fundamentada.

## 1.3 Estrutura

Este trabalho de investigação, é caracterizado por ser constituído num total de 4 capítulos, todos eles devidamente decompostos por diferentes temas, com objetivo de proporcionar ao leitor "um fio condutor" dos temas aqui abordados.

No capítulo 1 introduz-se o tema, discute-se o contexto em que está inserido, onde os objetivos do estudo são enunciados, assim como a estrutura. No capítulo seguinte (Capítulo 2), são abordados conceitos e respetiva definição, assim como uma abordagem à revisão bibliográfica existente para melhor compreender o tipo e a cultura em questão. Ainda no mesmo capítulo são descritas as vantagens e desvantagens da forragem verde hidropónica. Seguidamente o capítulo 3, apresenta em detalhe as várias etapas que compõem o delineamento experimental, bem como mudanças e melhorias, implementadas. Neste capítulo são ainda expressos a análise estatística, material e métodos, resultados e discussão, apresentação às análises bromatológicas referentes à forragem verde hidropónica, e ainda todos os custos inerentes à produção (preço das sementes; tabuleiros, solução nutritiva, gastos de água).

No capítulo 4, estão então apresentadas as principais conclusões ao trabalho desenvolvido, bem como a confirmação de que todos os objetivos inicialmente propostos foram realizados, assim como a apresentação de sugestões para trabalhos futuros com o mesmo pressuposto. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas e anexos, contendo assim a informação complementar acerca de todo o trabalho aqui desenvolvido.

## Capítulo 2

### Forragem Verde Hidropónica

#### 2.1 Definição e importância

A forragem verde hidropónica (FVH) é considerada um alimento natural, fresco, fornecido aos animais em pleno estado vegetativo, altura em que a forragem apresenta maior teor de enzimas e vitaminas, pois coincide igualmente com uma maior absorção de energia solar, transformada em energia química, processo pelo qual é designado de fotossíntese.

Genericamente, a forragem verde hidropónica é um "grão germinado", e como tal, a percentagem de vitaminas, minerais e proteína são elevadas, sendo de grande relevância para a saúde e bem estar dos animais, que segundo o fundador da Nutriprado, Francisco Abreu, afirma que *"a erva verde é um alimento fundamental para*

*o gado. Os animais procuram o que é verde, mesmo que de má qualidade, por causa da humidade", (Freire, 2013).*

De entre as várias culturas que podem ser inseridas na produção de forragem verde hidropónica, a mais utilizada, diz respeito sobretudo à cevada visto ser aquela que melhores resultados apresenta, no entanto outras culturas também são eficazes no processo, como é o caso do trigo, centeio, milho, aveia, girassol e linhaça.

Para ocorrer a germinação dos grãos, é necessário que estejam reunidas as condições ideais para a emergência dos brotos e posterior desenvolvimento. São elas, luz, temperatura, oxigénio e água. A interação destas condições deve ser efetuada em harmonia e equilíbrio, a fim de obter uma germinação natural e saudável dos grãos. Abstendo-se por completo de qualquer tipo de solo, a forragem verde hidropónica é gerada em tabuleiros até atingir o máximo de desenvolvimento e produtividade que for biologicamente, ou simplesmente possível de acordo com as preferências de cada produtor.

É fornecida aos animais em tabuleiros, formando autênticos "tapetes" de erva fresca, em que as raízes são a base de suporte ao desenvolvimento das plântulas. O alimento é fornecido no seu todo, ou seja num sistema "wholefood", onde as próprias sementes juntamente com as raízes que estão isentas de terra, são ingeridas pelos animais, (Madeira & Sobreira, 2014).

A forragem verde hidropónica apresenta uma solução para ambientes em que a produção de erva verde e pasto, se revela de grande dificuldade, devido às condições climáticas adversas, como é o caso do Alentejo, no contexto nacional.

Segundo Lopez (2012), os períodos de seca são considerados, o principal fator ambiental, com impactos negativos diretos na produção pecuária. Em épocas de seca rigorosa, é essencial implementar estratégias alimentares para os animais.

Citando ainda Lopez (2012) a FVH, é uma técnica de produção de obtenção de alimento para o gado, que utiliza cerca de 30 a 50 vezes menos água, para produzir os mesmos rendimentos, do que as principais espécies forrageiras, cultivadas no campo. Assim, através de uma perspetiva ambiental, a superfície agrícola útil sofre uma redução substancial, uma vez que a área ocupada para este tipo de cultura, vai ser menor, tal como a aplicação de produtos fitossanitários, assim como uma redução de mão de obra.

Podemos salientar que a qualidade e o elevado valor nutricional, presentes na FVH, fazem com que este tipo de cultura seja uma opção alternativa, como suplemento alimentar, em tempos, em que as condições climáticas sejam adversas bem como em fases do incremento económico dos fatores de produção (Lopez, 2012). Segundo testemunho de Medeiros (2006), a utilização da forragem hidropónica é uma opção viável para atender às dificuldades de produção que os criadores de gado enfrentam por não gozarem da quantidade e qualidade nutricional que está presente nos alimentos concentrados, a serem dados aos animais em épocas do ano com baixa demanda.

Segundo Teixeira (1999) e Henriques (2000), citados por (Medeiros, 2006), o cultivo de forragem hidropónica tem como objetivo criar alternativas economicamente viáveis para alimentação animal, principalmente para as regiões que apresentem défice alimentares, promovendo assim o desenvolvimento sustentável.

Segundo FAO (2001), a forragem verde hidropónica não tenta competir com os tradicionais sistemas de produção de pastagens e forragens, mas surge como complemento, aos períodos quem se regista um défice alimentar.

## 2.2 Composição nutricional da forragem verde hidropónica

Estudos realizados pela (FAO, 2001), revelam que em sistemas de produção de forragem verde hidropónica, as perdas de água por evapotranspiração, escoamento e infiltração são muito reduzidas quando comparadas com condições de produção de forragens em sistema convencional, cujas eficiências variam entre 270 a 635 litros de água por cada kg de matéria seca produzida.

FAO (2001), cita ainda que para cada 1kg de fitomassa seca de aveia, cevada e trigo, produzido em campo, são necessários cerca de 635, 521 e 505 litros de água respetivamente, enquanto que na produção de forragem verde hidropónica, os gastos com o consumo de água, rondam aproximadamente os 15 a 20 litros por cada quilograma de matéria seca produzida. A qualidade da forragem está diretamente ligada com o desempenho animal, isto é, na produção diária de leite por animal ou por área, e no ganho de peso vivo diário. Pode ser avaliada quando: a) a forragem disponível não é limitante; b) o potencial animal não é limitante; e c) quando os animais não recebem suplementação de energia ou proteína.

O valor nutritivo de uma forragem, refere-se às características inerentes da forragem consumida, que determinam a concentração de energia digestível e sua eficiência de utilização. O valor nutritivo é determinado pela concentração e digestibilidade de nutrientes e natureza dos produtos finais da digestão, (Fontaneli & Fontaneli, 2012). A determinação do momento mais apropriado para a colheita é um fator de muita importância, pois influencia a qualidade nutricional da forragem, uma vez que à medida que o estágio de crescimento da planta aumenta, assiste-se a um aumento das porções fibrosas, enquanto que o teor proteico e a digestibilidade da fitomassa seca diminuem, (Van Soest, 1994).

No caso da forragem, a FDA (fibra em detergente ácido) varia com o tempo de colheita, apresentando valores mais baixos na fase inicial, e valores mais elevados na fase final. A FDA é o melhor indicador dos requisitos de fibra para uma saudável fermentação no rúmen. Para animais de produção leiteira deve conter cerca de 19 a 27% de FDA. Se o suplemento for mais reduzido, o teor de gordura no leite pode diminuir. No entanto, estudos realizados pela CIBNOR sobre FDA, enaltece o facto de a forragem verde hidropónica produzir cerca de 24% a 32%, (Lopez, 2012).

Segundo a tabela 1 abaixo descrita, a FVH, em relação aos outros regimes alimentares enumerados, apresenta uma composição nutricional completa, evidenciando os valores mais elevados nos parâmetros: 'energia (Kcal/kg MS)', digestibilidade (%) e Kcal digestíveis/kg. De referir que nos indicadores em que a FVH, não exibe o valor mais elevado, sendo eles, a proteína bruta, e quilogramas de proteína digestível, como está exposta na tabela 1, nota-se que se situa imediatamente a seguir ao critério que detém o valor mais elevado, neste caso o alimento concentrado. O feno e a palha, são os parâmetros que menores resultados apresentam.

Tabela 1 - Comparação de parâmetros nutricionais da FVH, versus outros regimes alimentares

Parâmetro	FVH (Cevada)	Alimento Concentrado	Feno	Palha
Energia (Kcal/kg MS)	3,216	3	1,68	1,392
Proteína bruta (%)	25	30	9,2	3,7
Digestibilidade (%)	81,6	80	47	39
Kcal Digestível/Kg	488	2,16	400	466
Kg Proteína Digestível	46,5	216	35,75	12,41

Adaptado de FAO 2001, fonte: Sepúlveda, Raymundo. 1994.

## 2.3 Forragem verde hidropónica na produção animal

Vivemos numa conjuntura atual em que tentámos elevar ao máximo o potencial físico dos animais, objetivando assim alcançar uma maior produtividade, com especial preocupação em diminuir os custos, aumentando também a percentagem de lucros.

É neste contexto que se insere a FVH, enunciada por inúmeros autores, como sendo um produto de alta qualidade, tendo assim grandes vantagens inerentes a este tipo de cultura. No entanto observámos uma grande dificuldade em encontrar bibliografia que sustente o facto de a FVH ser fornecida aos animais, e quais implicações práticas que advêm com a sua ministração? Contudo, FAO (2001) Valdez et al (2009), fazem uma abordagem acerca dos contributos da FVH no fornecimento aos animais, no que respeita ao peso ganho animal, qualidade da carne, qualidade do leite, redução e amenização de doenças (mastites, retenção da placenta), aumento da fertilidade e bem estar animal.

Conforme Chen (1975), Less (1983), Nígerez (1988), Santos (1987) e Dorsal (1987) todos eles citados no *Manual Técnico Forraje Verde Hidroponico* (FAO, 2001) a forragem é considerada um alimento verde e de elevada palatabilidade para qualquer animal, caracterizando-se como sendo um ótimo valor nutritivo.

Assim, a FVH tem-se demonstrado uma ferramenta eficiente e útil no que respeita à produção animal. Os resultados práticos mais auspiciosos, têm comprovado que: segundo Morales (1987), citado por FAO (2001) regista-se um aumento significativo do peso vivo de borregos, (precocemente desmamados) em que são administrados em quantidades graduais FVH, sendo complementados por dia, no máximo com 300gr de matéria seca.

Sánchez (1996 e 1997), refere o ganho de peso em suínos, através de uma dieta alimentar à base de forragem verde hidropónica *ad libitum* (o animal alimenta-se à sua descrição). No que concerne a vacas para a produção de leite, verifica-se um aumento da produção das mesmas, através do incremento de forragem verde hidropónica, obtida essencialmente a partir da germinação de semente, Sepúlveda (1994) citado por, (FAO, 2001).

A forragem verde hidropónica, segundo Tarrillo (Laborfort), pela qualidade que apresenta, é indicada a todos os animais, mas principalmente a vacas leiteiras. Ao contrário de outros animais, e até mesmo em bovinos de engorda, e vacas leiteiras, são aquelas em que observamos num menor curto espaço de tempo, uma resposta

rápida na influência da dieta alimentar fornecida, na conversão da produção e qualidade do leite. Como já foi acima referido, a ministração de FVH, pode ser estendida a uma grande panóplia de animais (ovinos, caprinos, suínos, equinos, aves, bovinos), tendo vindo a verificarem-se em todos eles, significativos ganhos de peso, e melhor conversão alimentar, aumento da produção de leite, ganhos nos teores de gordura, e redução nas incidências de mastites, assim como redução na retenção da placenta, aumento da fertilidade, e respetivo bem estar animal.

Num estudo que teve a duração de 15 dias, envolvendo a produção de 5 bovinos de leite, em que foram fornecidos 18kg de FVH/vaca/dia, acrescentando silagem de milho, alimento concentrado, e grãos moídos de sorgo e milho, registou-se um aumento da produção de leite em 18%, assim como um aumento de 15,2% nos teores de gordura no leite.

Segundo Valdez et al (2009), menciona que, estudos realizados por Lomelí (2000), com uma amostra de 700 vacas de leite, que ao proporcionar FVH, assinalam-se incrementos na produção de leite em 4,2%, e aumento nos teores de gordura de leite em 7,2%. Em várias explorações de leite, na região de Arequipa (Perú), está a ser fornecida aos animais FVH. Verifica-se um aumento de 20% na produção de leite, e acréscimo nos teores de gordura, assim como um melhoramento da condição corporal animal e redução da incidência de mastites e doenças do foro esquelético - muscular.

Em síntese, a FVH apresenta uma aceitação muito positiva por parte dos animais, principalmente no que concerne a vacas leiteiras, sendo importante no futuro a realização de novos testes e estudos, envolvendo um incremento de diferentes quantidades de forragem verde hidropónica na dieta alimentar, e observar o respetivo efeito, no que respeita a diversos parâmetros como o ganho médio do peso, na produção de leite, reprodução e saúde animal, (Valdez et al., 2009).

Segundo Francisco Abreu, fundador da Nutriprado afirma que "a erva verde é um alimento fundamental para o gado. Os animais procuram o que é verde, mesmo que de má qualidade, por causa da humidade". Manuel Abreu, zootecnista afirma que *"uma erva jovem de boa qualidade, com digestibilidade de matéria orgânica da ordem dos 75% ou superior e com teor de proteína na ordem dos 18 e 21%, numa fase em que exista em quantidade abundante e num prado denso, com uma altura ideal (20/25 cm), poderá permitir, no máximo, uma produção de leite/dia de 20/25 kg por vaca.."*. Mas nas condições atuais uma vaca pode produzir até 45kg de leite/dia, afirmando que *"avançamos mais depressa com o melhoramento animal do que vegetal,*

*transformando herbívoros em comedores de grão". Por outro lado Carlos Alarcão presidente da SPPF (Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens), afirma que, "deixámos de tratar estes animais como ruminantes, mas quase como monogástricos, alimentados à manjedoura e isso pode propiciar o aparecimento de algumas patologias, como é o caso da BSE...", (Freire, 2013).*

### 2.3.1 Grãos germinados e benefícios nutricionais

A germinação que ocorre em diversos alimentos, caracterizam-se por ser os grãos, as sementes e as leguminosas que deram início ao desenvolvimento de uma nova planta. Quando são fornecidas as condições ideais como água, oxigénio e determinada temperatura, este alimento dá início a uma nova planta. Considerados alimentos "vivos", os alimentos germinados são de fácil digestão contendo elevadas concentrações de nutrientes e enzimas, possuindo mais nutrientes e de uma forma mais fácil de digestão aquando do alimento original, (Seabra, 2013).

Um grão, depois de germinado é capaz de multiplicar o seu teor em minerais e vitaminas em cerca de 20 vezes, o que confere uma alimentação muito rica e completa. São inúmeras as propriedades que os grãos germinados possuem, mas dentro delas salienta-se as reações metabólicas, a regeneração célula, bem como a estimulação de defesas imunitárias do organismo.

Então a forragem verde hidropónica agrega tudo o que está acima referido, constituindo uma dieta completa de hidratos de carbono, proteínas minerais e de vitaminas.

Segundo FAO (2001), Cebalus (2004), e Olivas (2004), citados por Zambujo (2013), no que respeita à saúde animal, o consumo de forragem verde hidropónica acarreta benefícios, sendo descritos como melhor assimilação da raça e maiores efeitos nutritivos e estimulantes, devido ao maior teor de proteínas, e vitaminas, (Zambujo, 2013).

## 2.4 Vantagens e desvantagens

A forragem verde hidropónica, tal como outra cultura ou método, apresenta alguns prós e contras. As vantagens e desvantagens desta forma de cultivar forragem, vão ser enunciadas abaixo.

### Vantagens:

- Poupança de água. Em sistemas de produção de FVH, as perdas de água por evapotranspiração, escoamento e infiltração são muito baixas quando comparados com condições de produção de espécies forrageiras convencionais, cujas eficiências variam entre 270-635 litros de água por kg de matéria seca. Ao contrário, a produção de 1 quilograma de FVH requer cerca de 2 a 3 litros de água;
- Pode ser produzido em qualquer clima, e época do ano, sendo que não está dependente das condições climáticas, conferindo assim ao produtor um seguro alimentar;
- Eficiência no uso do espaço, pois aumenta a dimensão da propriedade agrícola, maximizando o espaço disponível;
- Eficiência no tempo de produção, uma vez que a forragem verde hidropónica atinge o estado apto, para a alimentação animal em cerca de 10 - 12 dias, que é quando existe maior abundância de enzimas e vitaminas, resultando num alto valor nutricional;
- Versatilidade do alimento em si, uma vez que a forragem verde hidropónica, não é específica apenas para um determinado tipo de animais, podendo ser fornecido desde bovinos, suínos, caprinos, aves, equinos, ovinos, coelhos etc...
- Descida de custos, no que respeita à mão de obra necessária, redução de maquinaria em comparação com o sistema convencional a campo; assim como com os respetivos custos de armazenamento, que lhe estão associados, (FAO, ,2001); (Freire, ,2012).

### Desvantagens:

- Falta informação sobre este sistema de produção. Existem muitos projetos "chave na mão" sendo de fácil aquisição para o produtor, sem ter o conhecimento dos requisitos necessários do sistema, das espécies forrageiras e variedades, o seu comportamento, pragas,

doenças, necessidades de nutrientes como água, luz, temperatura, humidade. Muitos desses projetos vêm sofrido falhas significativas por falta de informação, e *know-how*, essenciais para uma adequada gestão;

- Elevado custo de instalação origina uma desvantagem sobre este tipo de cultura que é a forragem verde hidropónica.
- Uma das grandes desvantagens da forragem verde hidropónica é o facto de a mesma se caracterizar por apresentar um reduzido valor em fibra, e por esse mesmo motivo é recomendada como suplemento alimentar, e não como alimento exclusivo, (FAO, ,2001) ; (Freire, ,2012).

## 2.5 Análises bromatológicas

### 2.5.1 Definição e importância

A Bromatologia, caracteriza-se como sendo uma ciência que estuda os alimentos desde a sua produção, colheita, transporte de matéria-prima, e até a sua venda como alimento natural ou industrializado. Um dos grandes objetivos da análise, diz respeito ao conhecimento da composição química dos alimentos, assim como à sua ação no organismo, quanto ao seu valor nutricional, e propriedades físicas, (Serafim, 2011).

Através das análises bromatológicas, é possível obter valores mais precisos, do que aqueles encontrados nas convencionais tabelas nutricionais. Essas informações são de grande importância, para o trabalho de vários profissionais, como veterinários, agrónomos e zootécnicos, pois são um grande auxílio no momento de decisões sobre um manejo mais adequado no que respeita à nutrição animal, (Rodrigues, 2010).

Os principais parâmetros a determinar na análise bromatológica de um alimento dizem respeito essencialmente a: Matéria seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Fibra em detergente ácido (FDA), Fibra em detergente neutro (FDN), e Matéria Mineral ou cinzas (MM). Segundo Serafim (2001), de acordo com os resultados das análises químico-bromatológicas, os alimentos podem ser classificados como: volumosos, concentrados e vitaminas. Onde os volumosos, apresentam baixo

teor energético, ou seja possuem teor de fibra bruta (FB) superior a 18% na matéria seca (MS), e são divididos em secos e húmidos.



Figura 1 - Classificação dos alimentos. Fonte: Andrigueto et al. (1982) Adaptado de: Salman, Ferreira etc. al (2010)

No que concerne aos concentrados, detêm um elevado teor energético por unidade de volume, ou seja, com menos de 18% de FB na MS, sendo classificados como proteicos quando a percentagem de proteína bruta (PB) é superior a 20% na matéria seca (MS), ou energéticos quando apresentam menos de 20% de PB na MS.

As vitaminas, são consideradas importantes substâncias orgânicas, ativando inúmeras enzimas relevantes para o metabolismo dos seres vivos, sendo indispensáveis ao bom funcionamento orgânico, (Salman, Ferreira, Soares, & Souza 2010).

2.5.2 Parâmetros da composição bromatológica: a) Peso fresco (PF), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas e humidade

Neste capítulo serão abordados de forma concetual e descritiva, todos os itens que englobam as análises bromatológicas da FVH da cevada e do centeio, com objetivo de proporcionar uma melhor compreensão dos parâmetros aqui discutidos.

#### **Peso fresco (PF):**

O peso fresco (PF) diz respeito à forragem fresca que não passou por qualquer processo de dessecação.

**Matéria seca:**

Se a um alimento for retirada toda a água, o restante diz respeito à matéria seca. É na MS que encontramos os nutrientes como, os carboidratos, gorduras, proteínas, vitaminas, minerais e fibras. Então, a MS corresponde essencialmente à porção do alimento onde estão concentrados todos os nutrientes, servindo assim para expressar a produtividade desse nutriente. É fundamental ter conhecimento sobre a quantidade de MS de um alimento, uma vez que quanto menor for a percentagem de água, maior será a percentagem de MS e conseqüentemente uma maior concentração de nutrientes, (Tonissi, 2010).

Calcular a matéria seca, é uma operação importante, pois permitirá avaliar a quantidade de alimentos fornecidos aos animais, assim como, verificar se as respetivas quantidades são ou não, suficientes, (Salman et al., 2010).

**Proteína bruta:**

A proteína, caracteriza-se por ser o nutriente, que imediatamente a seguir à energia, é aquele que é exigido em maiores quantidades pelos ruminantes. O teor de proteína é medido através do teor de nitrogénio presente na amostra analisada. A realização da análise, é efetuada de acordo com o Método Kjeldahl, onde a percentagem de nitrogénio é multiplicada em 6,25, sendo expressa em proteína bruta (PB). De referir que a respetiva análise assenta no facto de todas as proteínas detêm 16% de nitrogénio, e que todo o nitrogénio do alimento se encontra na forma proteica (Kirchof, 2004). Uma deficiência de proteína, ao contrário da energia, não apresenta uma expressão repentina no que respeita à limitação da redução e da produção de leite. Por outro lado, se houver um agravamento no deficit de PB, a produção é afetada, assim como um declínio no teor de sólidos não gordurosos do leite, registando-se também uma perda de peso do animal, sendo mais expressa no inicio da lactação, (Marcondes, 2010), (Serafim, 2011).

Assim, um fornecimento inadequado de proteínas, está associado um a desempenho animal inferior, provocado por vários fatores, quer seja por defeito ou excesso.

Uma parte da proteína dos alimentos é degradada no rúmen pelos microorganismos, sendo estimado que cerca de 60% da proteína é degradada no rúmen, e 40% passa pelo rúmen, sendo absorvida no intestino delgado, (Salman et al., 2010). A proteína, é um nutriente essencial para a produção de leite no que respeita à influência do consumo de alimento do animal. No entanto, são enunciadas também, vantagens na redução nos teores de proteína bruta da dieta,

uma vez que é o nutriente que mais impacto apresenta, no orçamento da alimentação, assim como o seu excesso está associado à excreção de nitrogénio para o ambiente. À medida que se analisa os valores referentes à eficiência de uso do nitrogénio dietético (EUN), fica evidente o potencial de redução da proteína bruta dietética, uma vez que em média apenas 25% do nitrogénio ingerido, é convertido em proteína no leite, sendo o restante sensivelmente todo excretado para o ambiente. Assim, a eficiência de nitrogénio dietético, varia na razão inversa do teor de PB da dieta, como está referido abaixo, pela fig.2, (Danés, 2012).

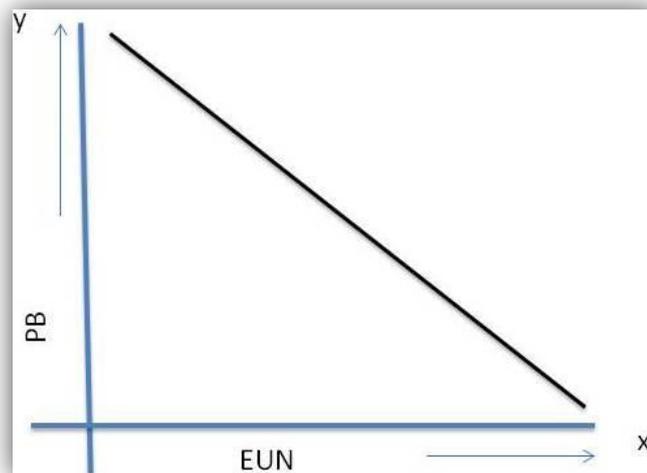


Figura 2 - Gráfico da relação entre PB e EUN

### Fibra bruta:

O termo fibra bruta corresponde às frações de celulose, hemicelulose e lignina da planta. Deve-se evitar as análises de FB porque, geralmente, o valor é subestimado e não serve de referência para avaliação da qualidade do alimento. O recomendável é utilizar a designação de Fibra em Detergente Neutro (FDN). Ainda assim, a fibra, apesar de não ser diretamente um nutriente, é importante conferir-lhe atenção especial, visto ser um parâmetro muito apropriada para um correto equilíbrio da dieta dos bovinos, e principalmente para as vacas leiteiras, (Kirchof, 2004).

Segundo Kirchof (2004), um adequado fornecimento de fibra, proporciona um máximo consumo de matéria seca e energia, assim como uma estabilização do teor de gordura no leite, prevenção de problemas pós-parto e principalmente uma fermentação regularizada do rúmen.

No que respeita aos valores de fibra bruta, estes são expressos em percentagem da matéria seca, devendo ter um teor mínimo de 17% e no máximo 21%, sendo este valor máximo relativo, uma vez que a percentagem poderá apresentar

efetivamente valores mais elevados, o que conseqüentemente vai originar um aumento do tempo em que o alimento passa pelo sistema gastrointestinal do animal, diminuindo assim o consumo total de alimentos, (Rodrigues, 2010).

A fibra é um elemento, necessário para o correto funcionamento do rúmen, pois, quando administrada em quantidades mais elevadas, baixa o consumo de matéria seca por animal, uma vez que apresenta valores reduzidos de digestibilidade. Quanto maior a fibra, menor será o valor da energia. É o conteúdo de fibra que determina o consumo voluntário do animal.

Assim, os alimentos volumosos no que respeita à sua quantidade de fibra, apresentam uma função de fornecer consistência ao bolo alimentar, regulando desta forma, a velocidade da flora intestinal. Quando a dieta alimentar, possui elevadas percentagens de fibra, a passagem pelo sistema gastrointestinal é lenta, originando uma baixa digestibilidade e absorção dos nutrientes. No entanto, se a percentagem de fibra, for demasiado reduzida, conseqüentemente vai dar origem a uma rápida absorção dos nutrientes pelo trato intestinal, provocando assim, de forma negativa fermentações, alterando também o metabolismo do animal, (Rodrigues, 2010).

No que concerne à quantidade de fibras da dieta dos bovinos, usualmente é expressa em: Fibra bruta (FB) ou Fibra em detergente neutro (FDN) e Fibra em detergente ácido (FDA). Para uma melhor compreensão é necessário fazer alusão à composição da célula de um vegetal. Este método foi proposto por *Van Soest* em 1965, onde considerava que os constituintes das plantas podem ser divididos em: conteúdo celular - disponível para as enzimas do animal e para a fermentação do rúmen (lípidos, amidos, açúcares, compostos nitrogenados - proteína e outros compostos solúveis em água) e parede celular - não disponível para as enzimas do animal, no entanto disponível em parte para a fermentação do rúmen (celulose - fermentação variável, hemicelulose - fermentação variável, pectinas - totalmente fermentável, e lignina - não fermentável), (Van Soest, 1994).

#### **Fibra em detergente neutro (FDN):**

O método de *Van Soest*, foi proposto em 1965, assentando sobretudo que os constituintes das plantas podem ser divididos em conteúdo celular (amido, açúcares, compostos nitrogenados, e outros compostos solúveis em água); e parede celular (proteína insolúvel, lignina, hemicelulose e celulose), (Salman et al., 2010).

A separação do conteúdo celular da parede celular, é realizada ao aquecer parte da amostra em solução de detergente neutro. O conteúdo celular é solúvel ao detergente, enquanto que a parede celular não, podendo ser separada através de filtragem. Assim a FDN, é o resíduo que resta, após a lavagem do alimento em detergente neutro. Desta forma, a FDN, apresenta uma relação direta e inversamente proporcional à capacidade que uma vaca tem, de consumir determinado alimento, ou seja, quanto maior for a percentagem de FDN do alimento, menor será a capacidade que uma vaca terá de ingeri-lo, (Kirchof, 2004).

#### **Fibra em detergente ácido (FDA):**

O resíduo restante da lavagem do alimento em detergente ácido, diz respeito à FDA, onde o respetivo detergente é responsável por lavar o conteúdo celular, ficando assim excluída a lignina e a celulose, ambas constituintes da parede celular, (Kirchof, 2004). Segundo Salman, Ferreira et al (2010), a FDA encontra-se inversamente relacionada com a digestibilidade dos alimentos, ou seja, como é constituída na sua maioria por lignocelulose (lignina e celulose), quanto mais elevada a percentagem em fibra em detergente ácido, mais baixa será a digestibilidade do alimento.

A hemicelulose e a lignina, são um dos componentes da parede vegetal, com baixa digestibilidade, desempenhando assim funções no crescimento das plantas. De realçar que, no seio da espécies vegetais, existem grandes variações nos valores de hemicelulose, sendo menos expressivos em grãos de cereais, contando apenas com cerca de 2 a 12%, (REIS, 1993) adaptado de, (Bianchini, Rodrigues, Jorge, & Andrigheto, 2007).

Segundo *Van Soest* (1963), citado por *Rodrigues* (2010), a FDA, é direcionada também para estimar o valor da energia do alimento, expresso como energias líquidas (Eli) ou, nutrientes digestíveis totais (NDT).

#### **Cinzas ou matéria mineral:**

As cinzas ou matéria mineral (MM), é um produto, que se obtém após o aquecimento de uma amostra a 500-600°C, por um período de cerca 4 horas, ou até à combustão total da matéria orgânica, (Salman et al., 2010). Segundo *Fick* (1976), citado por *Rodrigues* (2010), a determinação da cinza, fornece informação apenas sobre a indicação de riqueza da amostra sobre a quantidade dos elementos minerais. No entanto, como a MM, corresponde à fração não orgânica, então, os níveis mais elevados de MM na dieta alimentar, terá níveis inferiores de energia, (Lançanova et al., 2001).

Contudo o teor de cinza permite por vezes, fazer uma estimativa da concentração em cálcio (Ca) e fósforo (P) do alimento analisado, mas apenas quando se trata de certos produtos, como farinha de ossos e produtos de origem marinha. No entanto, quando se trata de produtos vegetais (forrageiras, rações, cereais, etc.), a determinação da cinza tem pouco valor, visto que o teor da cinza de origem vegetal, fornece escassas informações sobre a sua composição, sendo também muito variáveis. Alguns alimentos de origem vegetal são ainda, ricos em matéria mineral o que resulta num elevado teor de cinzas, não significando diretamente valor nutritivo para os animais, (Costa, 2004).

#### **Humidade:**

Todos os alimentos, qualquer que tenha sido o processo a que foram sujeitos, apresentam na sua composição, água em maior ou menor fração. A humidade está intimamente ligada à variável matéria seca, sendo enunciada bibliograficamente como elementos dependentes, uma vez que para determinar a quantidade de matéria seca presente num dado alimento, estamos a extrair a humidade e a água presentes nesse mesmo alimento, (Salman et al., 2010).

## **Capítulo 3**

### **Delineamento experimental**

#### **3.1 Objetivos dos estudos empíricos**

A execução de um delineamento experimental neste trabalho, mostrou-se de grande importância desde cedo, uma vez que desconhece-se, até ao momento, documentos científicos que fazem abordagem a esta temática em contexto nacional.

Os objetivos de executar e desenvolver um delineamento prático, foram estabelecidos para que fosse possível fornecer ao trabalho, um máximo de veracidade dos factos e resultados aqui apresentados, e não apenas uma revisão da bibliografia existente. Como o delineamento experimental contém duas densidades de sementeira diferentes, pretendeu-se saber qual das densidades (BD-1kg e AD-1,5kg), apresenta resultados mais promissores, assim como verificar se existem efetivamente diferenças nutricionais e produtivas, entre as repetições em que é aplicada a solução nutritiva.

Um dos grandes objetivos alcançados está relacionado com a realização de análises químico-bromatológicas, da FVH, e estabelecer uma comparação com outros regimes alimentares, nomeadamente alimentos concentrados, de empresas de fabrico de rações animais.

### 3.2 Material e métodos

Durante o período de estudo, que teve uma duração de 10 dias (de 08-07-2015 a 17-07-2015) em estufa (uma vez que se contabiliza como um dia o 8 de Julho, visto que os tabuleiros foram colocados nesse mesmo dia) com sistema de irrigação automática, através de microaspersores.

Para efeitos de melhor tratamento de dados e compreensão, estipulou-se a seguinte terminologia: no que se refere às densidades de sementeira em que: 1kg = BD (baixa densidade), e 1,5kg = AD (alta densidade), assim como às repetições que gozaram de fertirrega, a terminologia adotada foi: sem solução nutritiva = BD 0/ AD 0, ou com aplicação de solução nutritiva = BD 1/ AD 1.

Foi estabelecido que a frequência de rega iria realizar-se de hora em hora por um período de 5 minutos. Uma vez que o elemento "água" esteve presente em todo o processo que envolve o delineamento experimental, revelou-se necessário tomar conhecimento dos gastos que a cultura envolveu. Visto que o programador, não efetua os registos dos respetivos consumos, foi fundamental através de outra forma, determinar o total de débito dos microaspersores. Cada microaspersor num período de 5 minutos debita cerca de 3 litros de água. Como foram utilizados 3, logo o consumo de água durante os 10 dias foi de cerca 2160L/água, ou seja,  $(3 \times 3 = 9; 9 \times 24(\text{horas})) = 216; 216 \times 10(\text{dias}) = 2160 \text{ L/água}$ .

Para a distribuição das densidades de sementeira, ficou estabelecido que iriam ser realizadas com duas repetições por cultura, como está enunciado abaixo, pelas figuras 3 e 4.

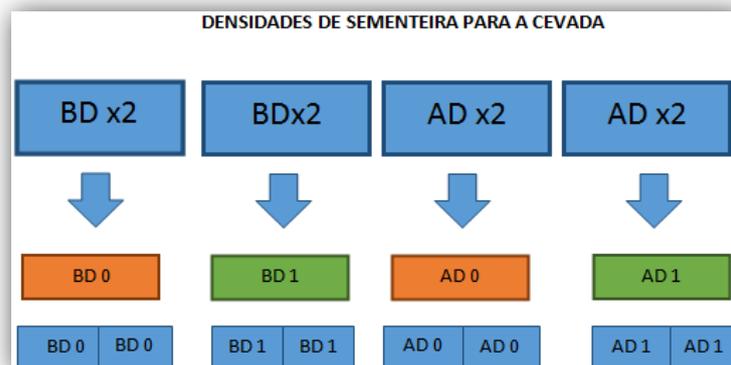


Figura 3 - Esquema das densidades para a cultura de cevada

No que concerne à cultura do centeio, segue abaixo (fig.4) uma esquematização utilizada no delineamento experimental da cultura em estufa.

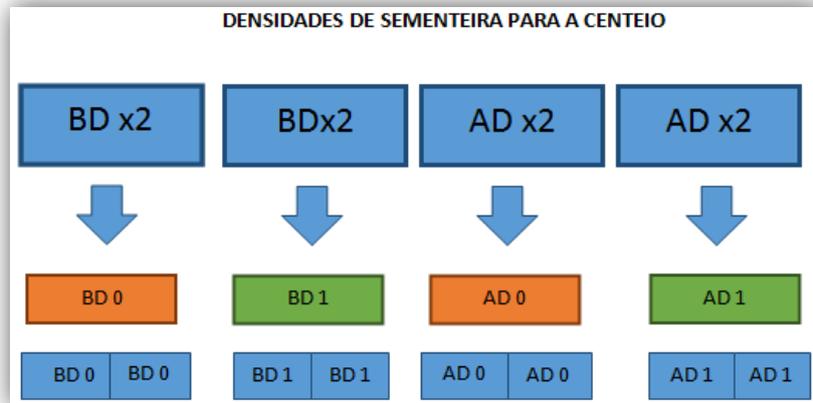


Figura 4 - Esquema das densidades para a cultura de centeio

Como metodologia adotada, foram usados tabuleiros plásticos de cor branca, opacos, com material 100% fabricado em Portugal (fig.53 da pág.76).

No que respeita ao dimensionamento, os tabuleiros apresentaram dimensões de 43,5x30x9,5cm, correspondendo a comprimento, largura e altura, respetivamente.

Uma vez que os mesmos não apresentavam qualquer tipo de perfurações, foi necessário efetuar vários furos todos eles à mesma distância e exatamente iguais, para permitir a circulação de água, e renovação do ar, ambos imprescindíveis para uma boa ética de produção de FVH, com objetivo de evitar assim a formação de microorganismos, pondo logo de imediato em causa a condição sanitária da cultura, assim como o desenvolvimento da produção, tornando-a imprópria para alimentação animal.

No primeiro delineamento experimental realizaram-se um total de 31 furos, o que no futuro se veio a revelar insuficiente, sendo que o respetivo nº de orifícios foi aumentado para 42 no segundo estudo experimental. Como já foi acima referido, os tabuleiros foram todos colocados na estufa no dia 08-07-2015, onde foi também aplicada a solução nutritiva (fig.6), *BioSevia-grow*, aconselhada por uma produtora de FVH, Gabriela Pereira. A aplicação foi executada, utilizando maior concentração de *BioSevia* nas repetições de AD, então, para as BD, a concentração utilizada foi de 2,5ml/Lt de água, enquanto que em AD foram usados 3ml/Lt de água.

A aplicação do nutriente orgânico foi realizada com recurso a um pulverizador manual (fig.5). O *BioSevia Grow* caracteriza-se como sendo o 1º nutriente orgânico certificado exaustivamente e completamente solúvel. A *General Hydroponics*, é a empresa responsável pelo fabrico.



Figura 5 - Pulverizador para aplicação de solução nutritiva  
Fonte: autor

No que respeita à sua composição química, o *BioSevia Grow*, apresenta 3-1-6 N (azoto), P(fósforo) e K (potássio) respetivamente.

Foi estipulado que a respetiva aplicação nutricional iria ser efetuada em intervalos de 3 em 3 dias.



Figura 6 - Solução nutritiva *BioSevia Grow*  
Fonte: autor

### 3.2.1 Pré germinação - estudo preliminar

O ensaio preliminar decorreu durante 8 dias, de 06/05/2015 a 13/05/2015.

Para o processo de pré germinação foram colocadas a hidratar em água pura 10kg de cevada e outros 10kg de centeio. A pré germinação diferiu do estudo piloto num tempo de embebição mais prolongado, ou seja 48 horas, e um acréscimo de 24 horas sem água, como repouso.

### 3.2.2 Pré germinação - delineamento experimental

No que respeita ao processo de pré germinação do delineamento experimental, atenta-se na embebição de 10kg de ambos os cereais (cevada e centeio), em água pura e completamente submersas, por um período de 24 horas.

Após esse tempo, filtrou-se a água, e o peso foi distribuído pelos tabuleiros nas devidas densidades, BD (1kg) e AD (1,5kg).

Uma vez que as sementes hidrataram, houve naturalmente um aumento do peso das mesmas, como é possível verificar-se nas tabelas abaixo descritas. Esse peso foi distribuído pelas duas culturas em 2xrep+BD+AD. Assim, para AD obtiveram uma maior percentagem de peso em relação às BD, sugerindo assim as proporções corretas.

Tabela 2 - Peso restante do Centeio e acréscimo pelas diferentes densidades

<b>Centeio - Sobra de 6000gr</b>		
<b>Acréscimo</b>		
<b>Densidades</b>	<b>BD</b>	<b>600gr</b>
		<b>AD</b>

Tabela 3 - Peso restante da cevada e acréscimo pelas diferentes densidades

<b>Cevada - Sobra de 5000gr</b>		
<b>Acréscimo</b>		
<b>Densidades</b>	<b>BD</b>	<b>400gr</b>
		<b>AD</b>

Para um melhor controlo e manuseamento da estufa, foi colocado no interior, um termómetro analógico com registo de temperatura máxima e mínima, assim como registo da temperatura do momento, afim de ser exequível analisar até que ponto é

que a temperatura tem influência no crescimento e desenvolvimento da cultura, assim como auxiliador para uma regularização da estabilização da rega.

O registo do crescimento das culturas foi realizado diariamente, com o auxílio de uma régua convencional, medindo a altura dos rebentos.

### 3.2.3 Métodos e técnicas utilizadas na colheita

No dia 17/07/2015 ao 10º dia DDS, realizou-se a colheita da FVH. Os tabuleiros foram pesados individualmente por forma a determinar a quantidade de peso fresco presente em ambas as culturas.

Posteriormente, foi retirado de cada um dos tabuleiros, uma amostra de forragem (fig.7). Esses fragmentos rondam todos o mesmo peso, não sugerindo assim discrepâncias significativas entre eles. As amostras foram colocadas num saco de papel, devidamente identificadas e colocadas no estufa, durante um período de 72 horas a 65°C respetivamente.



Figura 7 - Fragmento de forragem de cevada hidropónica.  
Fonte: autor

Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa, e enviadas para ulterior análise nos laboratórios da empresa Sojagado (tabela 7 da pág. 63) , para investigar acerca do teor de PB, FDN, FDA, FB, humidade e cinzas.

De notar que não foi possível enviar todas as amostras para laboratório, visto que ainda não se encontravam secas o suficiente, conforme está apresentado na fig.8.



Figura 8 - Amostra húmida de cevada

Fonte: autor

### 3.2.4 Custos da experiência

Por forma a ter uma noção de tudo o que envolveu este trabalho, tornou-se importante enunciar os respetivos custos.

As despesas incidiram principalmente sobre o preço dos tabuleiros (2,95€ cada x 16 = 47,20€); preço das sementes (10 kg de cada) cevada (4,35€) e centeio(4,35€), o que para 10kg de cevada e centeio apresenta um custo de 8,69€. Uma vez que foram realizados 2 estudos experimentais logo para o custo das semente o total é de 17,38€. Os custos associados à solução nutritiva são de 14,5€. O pulverizador manual teve um custo de 4€. Os custos inerentes com a irrigação são de 1,96€. Conforme podemos constatar na tabela 4, o custo total é de 85,04€.

Tabela 4 - Custos da experiência

Fatores de produção	Custos (€)
Sementes 20kg (cevada, centeio)	17,38
Solução nutritiva	14,5
Pulverizador manual	4
Tabuleiros	47,2
Custos de água	1,96
<b>Total</b>	<b>85,04</b>

### 3.4 Resultados e discussão

#### 3.4.1 Descrição e análise do ensaio preliminar

Este estudo desde cedo ficou comprometido, uma vez que se verificou a génese de fungos, sendo explicada por uma grande quantidade de razões que serão descritas mais à frente.

Uma das regras a ter em conta de maior relevância para o sucesso de produção de forragem verde hidropónica diz respeito à frequência da rega. Este foi um dos fatores que pôs em causa o processo, uma vez que não havia a existência de um programador de rega. Segundo produtores deste tipo de cultura, o período de rega tem de ser baixo, mas frequente, visto que as sementes necessitam de humidade constante. Como era de grande transtorno permanecer o dia todo na estufa, para que fosse possível acionar a rega no período desejado, as sementes eram hidratadas sempre que a funcionária da faculdade tinha disponibilidade, e por um período mais alargado que o aconselhável. As culturas apresentaram entre outros fatores, momentos de secura, e momentos de excesso de água, onde deram origem a grandes amplitudes de humidade o que provocou naturalmente disformidade de crescimento, e um desenvolvimento muito mais moroso que aquele que se espera de uma forma de cultivo em que em toda a bibliografia, inclusive produtores, apontam como uma vantagem, que neste caso é a rapidez com se desenvolve.

A génese dos fungos, para além dos períodos em que havia excesso de água, ficou a dever-se a muitos outros fatores, como por exemplo, pouco arejamento dos tabuleiros, o processo de pré germinação foi demasiado prolongado e ineficazmente executado, e sobretudo durante os dias 9 e 10 de Maio de 2015, em que encontrou-se a situação agravada, registando uma maior proliferação dos fungos, devido particularmente ao facto que esses dias coincidiram com o fim de semana, sendo que as estufas estavam sem a presença de pessoas, e que na tentativa de as culturas não sofrerem por secura, foi colocado no dia 08/05/2015 (sexta feira) um fragmento de filme polietileno branco, por baixo dos tabuleiros e em toda a área de cobertura da mesa, com objetivo de diminuir o escoamento da água.

De salientar que neste estudo, ainda não havia sido aplicado a solução nutritiva selecionada, devido a problemas relacionados a com encomenda do produto.

No dia 12/05/2015 (7º dia DDS), verifica-se através de registo fotográfico, que o grau de desenvolvimento das culturas é muito reduzido (principalmente na cevada),

sendo que alguns produtores ou mesmo ensaios, o produto é colhido entre os 8 e os 10 dias (fig. 9).



Figura 9 - Sementes de cevada ao 7º DDS. 12/05/2015  
Fonte: autor

Por outro lado, o centeio nesse mesmo dia apresentava um grau de crescimento superior ao da cevada. No entanto o centeio ostentava um estado de deterioração e de senescência mais elevado (fig. 10 e 11).



Figura 10 - Centeio germinado ao 7º DDS. 12/05/2015  
Fonte: autor

Conforme fig.11 abaixo descrita, a cultura do centeio ao 7º DDS, estava comprometida, face à proliferação de fungos.



Figura 11 - Centeio germinado ao 7º DDS. Presença de fungos. 12/07/2015  
Fonte: autor

### 3.4.2 Descrição e análise do delineamento experimental

Neste capítulo serão enunciados e descritos os relatórios do acompanhamento do grau de desenvolvimento das culturas, obtidos in loco com recurso a registo fotográfico, para transmitir mais veracidade aos factos apresentados.

Neste delineamento experimental, foram implementadas algumas mudanças na forma como o estudo de campo foi conduzido, que mais tarde se refletiram positivamente no desenvolvimento das culturas. As principais mudanças, foram essencialmente ao nível de alteração do período de pré - germinação, uma vez que sofreu uma redução para metade do tempo, ou seja de 48h de hidratação passou para 24h, onde após esse período as sementes foram de imediato distribuídas e colocadas na estufa, coisa que no estudo piloto, as sementes depois de passarem pelo processo de hidratação, foi retirada toda a água, permanecendo assim por mais 24h; mudanças quer ao nível de equipamento, com a instalação de um programador de rega, e aplicação da solução nutritiva, assim como a alteração do nº de perfurações (31 antes), que foi aumentado para 42.

Relatórios:

10-07-2015 - 3 DDS

No geral, todos os tabuleiros apresentam um satisfatório desenvolvimento germinativo (fig.12).



Figura 12 - Germinação da cevada e do centeio  
Fonte: Autor

13-07-2015 - 6 DDS

### Cevada

No que respeita à cevada, para as BD, verifica-se que existe uma ligeira heterogeneidade no crescimento, como se pode analisar na fig.13 abaixo descrita. Relativamente ao grau de desenvolvimento, ele é semelhante nos quatro tabuleiros. No entanto presencia-se um maior crescimento junto das laterais esquerdas devido à inclinação que a mesa de apoio apresenta.

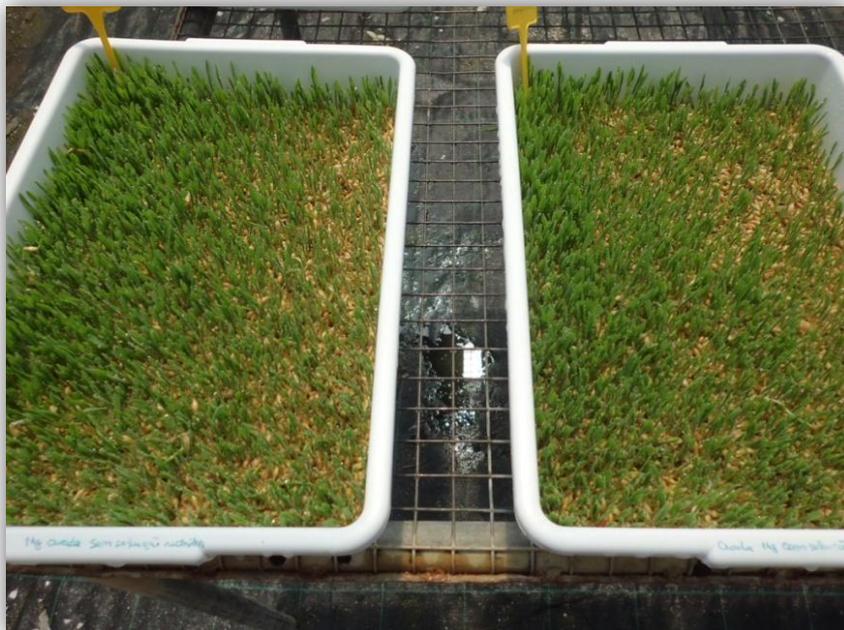


Figura 13 - Germinação ao 6º DDS. À esquerda BD 0, à direita BD 1  
Fonte: Autor

Por outro lado, nas maiores densidades (AD), regista-se uma maior conformidade no desenvolvimento, assim como na distribuição espacial de rebentos

por tabuleiro. Conforme registo fotográfico, é possível decretar que as diferenças entre os tabuleiros que contém solução nutritiva, daqueles que não têm, é quase nula, não determinando assim diferenças significativas a olho nu (fig. 14).

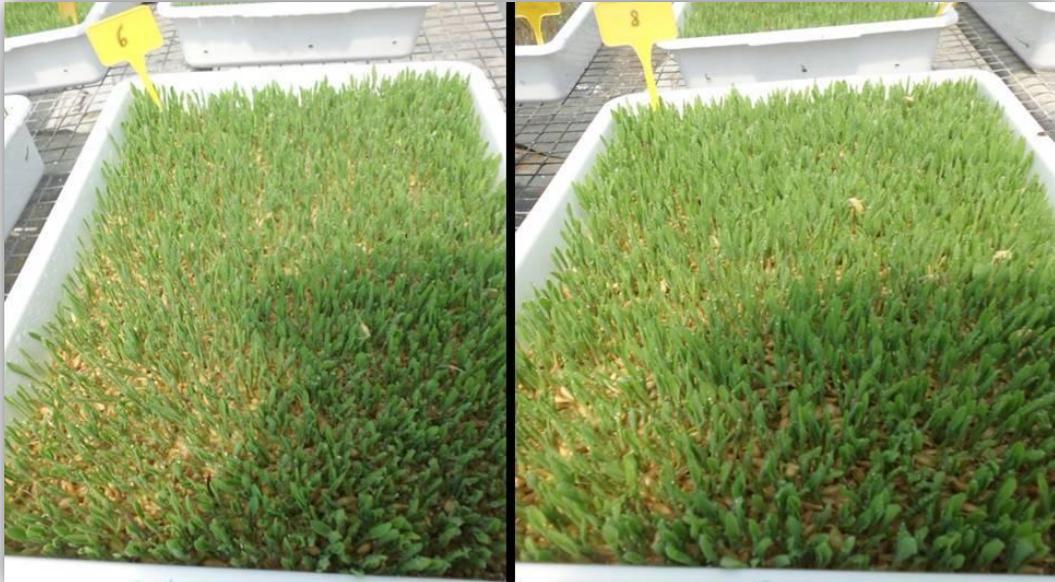


Figura 14 - Germinação ao 6º dia de FVH de cevada. Á direita AD 1 e à esquerda AD 0

Fonte: Autor

## Centeio

O centeio apresenta um crescimento mais regular do que a cevada para a densidade mais baixa (BD). Aqui já é possível constatar visualmente a existência de algumas diferenças entre as repetições em que se aplica a BioSevia, daqueles em que não é aplicada (fig.15).

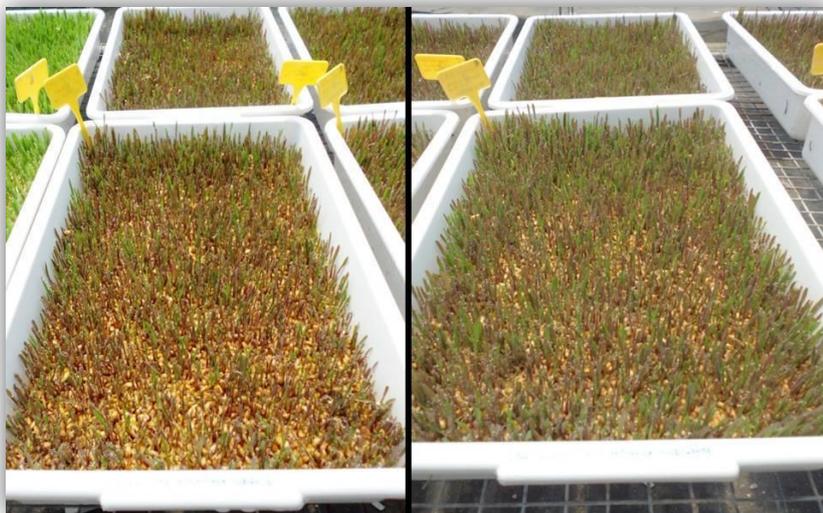


Figura 15 - FVH de centeio ao 6º DDS. Á direita BD 1 e à esquerda BD 0. Fonte: Autor

Nas densidades mais elevadas (AD), também se identificam algumas disparidades a nível visual, no que respeita aos tabuleiros com e sem solução nutritiva.

Conforme as figuras abaixo enunciadas, é possível afirmar que os canteiros com aplicação de nutriente orgânico apresentam maior densidade de rebentos por tabuleiro, chamando atenção também para o facto de que as plantas dos tabuleiros correspondentes à fig.16, encontram-se mais nutridas, face às outras.



Figura 16 - FVH de centeio ao 6º DDS. À direita AD 1 e á esquerda AD 0.  
Fonte: Autor

15/07/2015 - 8 DDS

### Cevada

A cevada, nas BD, comparando com registo dos dias anteriores, verifica-se de igual forma um crescimento irregular. De realçar que não são identificadas diferenças visuais significativas, entre BD 0 e BD 1 como é possível aferir pelas imagens abaixo enunciadas (fig. 17 e 18).



Figura 17 - FVH de cevada ao 8º dia de germinação (BD).  
Fonte: Autor



Figura 18 - FVH de cevada ao 8º dia de germinação (BD).  
Fonte: Autor

No que concerne às maiores densidades (AD) apresentam um grau de desenvolvimento mais elevado em comparação com os de BD. De notar que para as maiores densidades de sementeira, se veio a verificar um crescimento mais homogéneo e regular do que para densidades mais baixas (fig. 19)



Figura 19 - FVH Cevada germinada ao 8º dia (AD). Fonte: Autor

## Centeio

As diferenças nas BD, entre BD 0 e BD 1, visualmente são quase nulas, não se constatando disparidades no que respeita ao crescimento nem na densidade de plantas por canteiro (fig. 20).

Por outro lado, nas AD, as diferenças entre aqueles que contêm nutriente orgânico e sem, são expressas a nível visual, uma vez que aqueles que contêm solução nutritiva, compreendem maior densidade de plantas/tabuleiro, em relação aos que não são compostos de BioSevia. Segundo a fig. 21 é de fácil perceção, que no AD 0 exibem mais espaços vazios do que em AD 1.

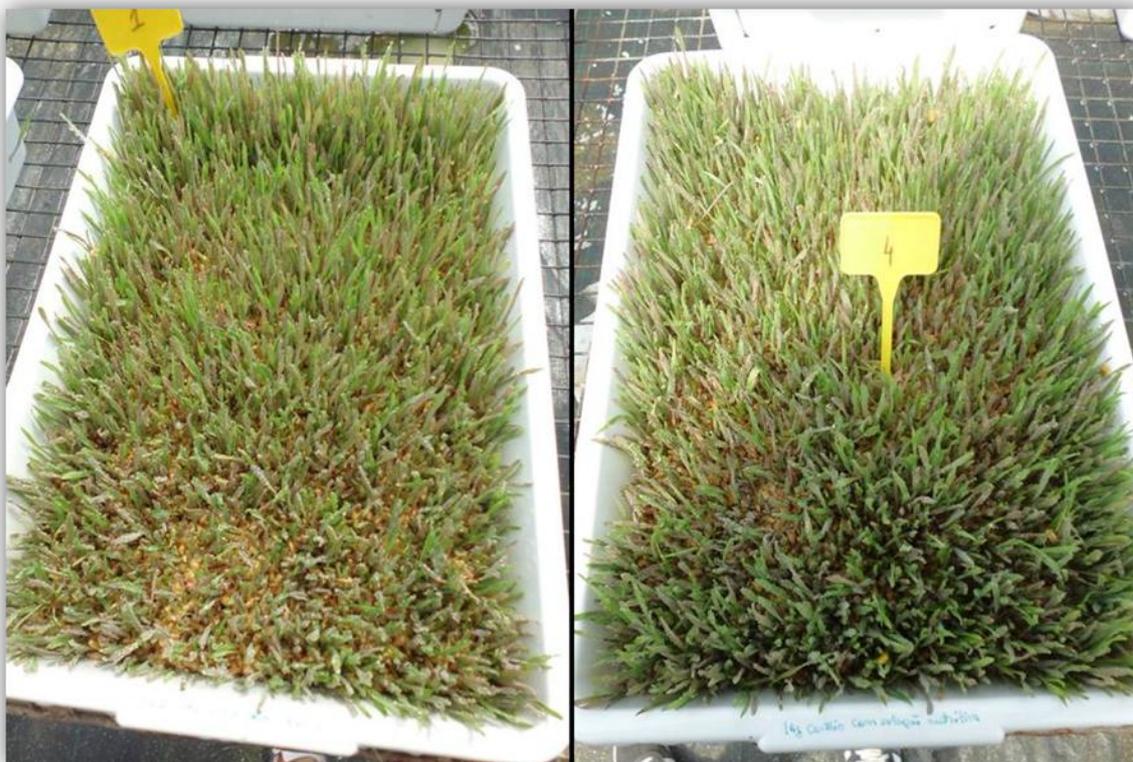


Figura 20 - FVH de centeio germinado ao 8º dia. À direita BD 1 e à esquerda BD 0.  
Fonte: Autor



Figura 21 - FVH de centeio germinado ao 8º dia. À direita AD 1 e à esquerda AD 0.  
Fonte: Autor

16/07/2015 - 9 DDS

### Cevada

Tal como se tem vindo a verificar, neste delineamento experimental sobre produção de forragem verde hidropónica, é que para as AD, o crescimento afigura-se de forma mais homogénea e regular do que para as BD.

Nas BD, as diferenças entre BD 0 e BD 1, demonstraram-se pouco expressivas, como se pode auferir pela fig.20. O mesmo se vem a verificar para as maiores densidades, (AD) (fig.22).



Figura 22 - FVH de cevada germinado ao 9º dia. Á direita BD 1 e à esquerda BD 0.  
Fonte: Autor



Figura 23 - FVH de cevada germinado ao 9º dia. À direita AD 1 e à esquerda AD 0.  
Fonte: Autor

## Centeio

O centeio, no que respeita a BD, em comparação com a cevada apresenta um crescimento mais regular relativo ao grau de desenvolvimento dos rebentos. Mantendo o padrão, as culturas que são complementadas com o nutriente orgânico, exibem maior densidade de plantas/tabuleiro, como se pode observar através das seguintes imagens (fig. 24).

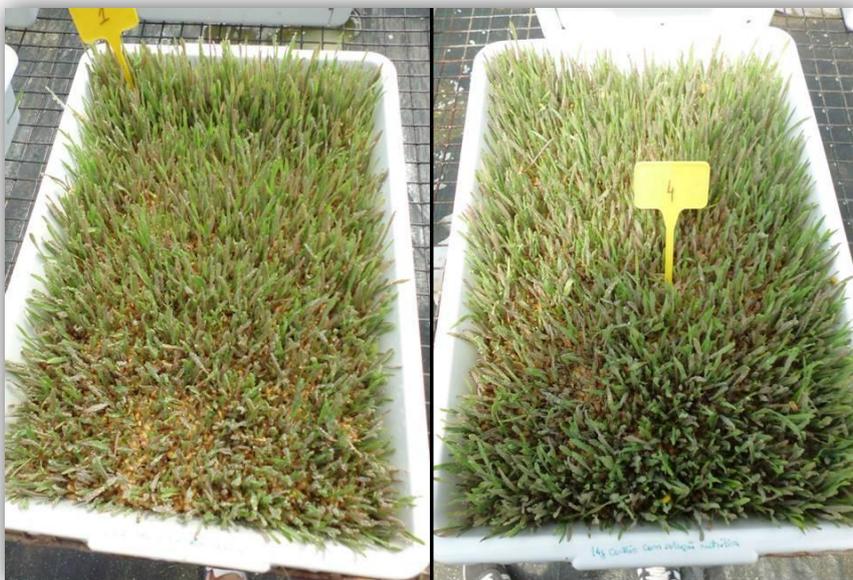


Figura 24 - FVH de centeio germinado ao 9º dia. À direita BD 1 e à esquerda BD 0.  
Fonte: Autor

Nas AD verifica-se maior homogeneidade de crescimento, assim como as repetições 1 em que é aplicada a solução nutritiva, como se pode verificar pela fig. 25.



Figura 25 - FVH de centeio germinado ao 9º dia. À direita AD 1 e à esquerda AD 0.  
Fonte: Autor

Em suma, podemos constatar que, conforme registo fotográfico, referente às figuras da cevada e do centeio, do respetivo delineamento experimental, pode-se auferir que a FVH do centeio atingiu o estado de maturação mais rápido do que, em comparação com a cevada.

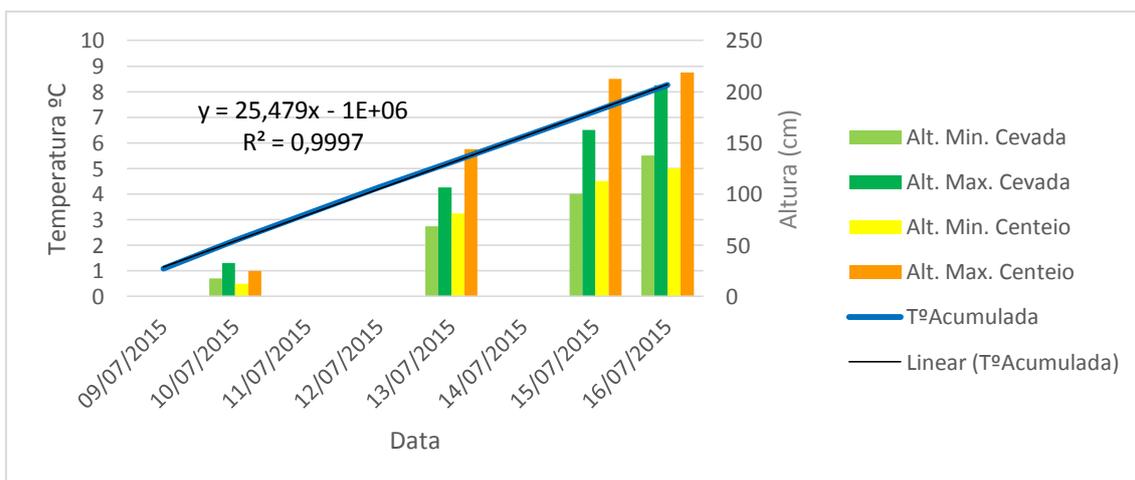


Figura 26 - Gráfico da temperatura diária acumulada (Base 0°C) versus. Crescimento

Durante o período em que foi decorrido o crescimento da FVH, efetuou-se o registo do crescimento dos rebentos (cm), através de uma régua convencional, assim como das temperaturas mínimas e máximas, afim de verificar se existia uma correlação entre a temperatura e o crescimento dos rebentos, ou seja, auferir se a temperatura teve ou não, influência no progressivo desenvolvimento. Segundo a fig.26 é possível declarar que houve efetivamente uma correlação positiva ( $R^2$  0,99) entre as variáveis em questão (temperatura e crescimento em cm).

### 3.4.3 Análise estatística

A análise estatística tem como base 16 observações, respeitante ao delineamento experimental, tendo em conta o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), sendo uma medida de ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado, como a regressão linear, em relação aos valores observados, o  $R^2$  varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o  $R^2$ , mais explicativo é modelo e melhor ele se ajusta à amostra. O coeficiente de variação (CV%) diz respeito à variabilidade dos dados em relação à média. Quanto menor o CV mais homogêneo é o conjunto de dados.

Assim o modelo linear tem como objetivo estimar os valores de significância das variáveis dependentes, (PF, PS, MS e Alt), e perceber se existem ou não diferenças significativas. O modelo adotado foi:  $Y_{ijkl} = \text{Cul}_i + \text{Rep}_j + \text{Trat}_k + \text{Cult} \times \text{Trat} + \epsilon_{ijk}$ .

$i$ = centeio e cevada;  $j$ = rep 1 e rep 2;  $k$ =AD-0, AD-1, BD-0, BD-1.

Tabela 5 - Valores de significância do modelo (p,  $R^2$ , CV) e médias das variáveis dependentes PF, PS, MS e Alt.

	<b>p</b>	<b><math>R^2</math></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Média</b>
<b>PF</b>	<b>0.0473 *</b>	<b>0,81</b>	<b>11</b>	<b>409</b>
<b>PS</b>	<b>0.3072</b>	<b>0,62</b>	<b>29</b>	<b>248</b>
<b>MS</b>	<b>0.158</b>	<b>0,71</b>	<b>22</b>	<b>61</b>
<b>Alt</b>	<b>0.0001**</b>	<b>0,99</b>	<b>72</b>	<b>4,4</b>

PF=Peso fresco; PS= Peso seco; MS= Materia seca; Alt= altura das plantas

Assim, segundo a tabela nº5 acima descrita, vemos que existem diferenças significativas para a variável PF com um valor de  $p = 0,0473$  e Alt ( $p = 0,0001$ ), uma vez que contêm valores que se situam abaixo de 0,05.

a) Variáveis dependentes: PF, PS, MS e Alt.

$$Y_{ijkl} = \text{Cul}_i + \text{Rep}_j + \text{Trat}_k + \text{Cult} \times \text{Trat} + \epsilon_{ijkl}$$

i=centeio e cevada; j=rep 1 e rep 2; k=AD-0, AD-1, BD-0, BD-1.

Encontramos diferenças significativas (Tabela 6) entre as culturas de centeio e cevada no que diz respeito à Altura ( $p=0,0001$ ) e ao PF ( $p=0,004$ ), e os tratamentos tiveram influencia na altura das plantas ( $p=0,001$ ).

Tabela 6 - Valores de significância entre as variáveis dependentes (PF, PS, MS e Alt) e independentes (Cult, Rep, Trat e Cult x Trat)

	Cult	Rep	Trat	Cult x Trat
PF	0,004 *	0,35	0,31	0.142
PS	0,73	0,52	0,09	0.717
MS	0,17	0,78	0,13	0.164
Alt	0,0001**	1	0,001**	n.s.

n.s - não significativo

Segundo a tabela 6 acima ilustrada, os valores lá representados sugerem que existem diferenças significativas para a variável PF x Cult ( $p= 0,004$ ), Alt x Cult ( $p= 0,0001$ ), e Alt x Trat ( $p= 0,001$ ).

Posteriormente, para comparar as médias foi realizado o teste de *Duncan* ao nível de 5% de significância. Médias seguidas da mesma letra, não apresentam diferenças significativas.

AD1= Alta densidade com solução nutritiva; AD0= Alta densidade sem solução nutritiva; BD1= Baixa densidade com solução nutritiva; BD0= Baixa densidade sem solução nutritiva;

### Efeito da cultura sobre o PF, PS, MS e Alt:

Tabela 7 - Comparação das médias de PF, PS, MS e Alt respeitantes às culturas do centeio e cevada.

	PF (gr)	PS (gr)	MS (%)	Alt (cm)
<b>Centeio</b>	455 a	254 a	66 a	4,6 a
<b>Cevada</b>	363 b	242 a	60 a	4,2 b

Tendo em conta o teste da ANOVA aplicado anteriormente vimos que já existiam diferenças significativas entre as culturas. Assim o objetivo foi perceber se existiam diferenças significativas entre as variáveis dependentes (PF, PS, MS, Alt), e Cult como variável independente, ou seja compreender se a variável Cult teve ou não influência no PF, PS, MS e Alt.

Em geral a cultura do centeio obteve melhor produção PF do que a cevada (tabela 7 e fig.27).

De acordo com os gráficos das fig.28 e 29, que corresponde ao PS e à MS respetivamente, as médias sugerem que não há diferenças significativas, sendo compostas, pela mesma letra (a).

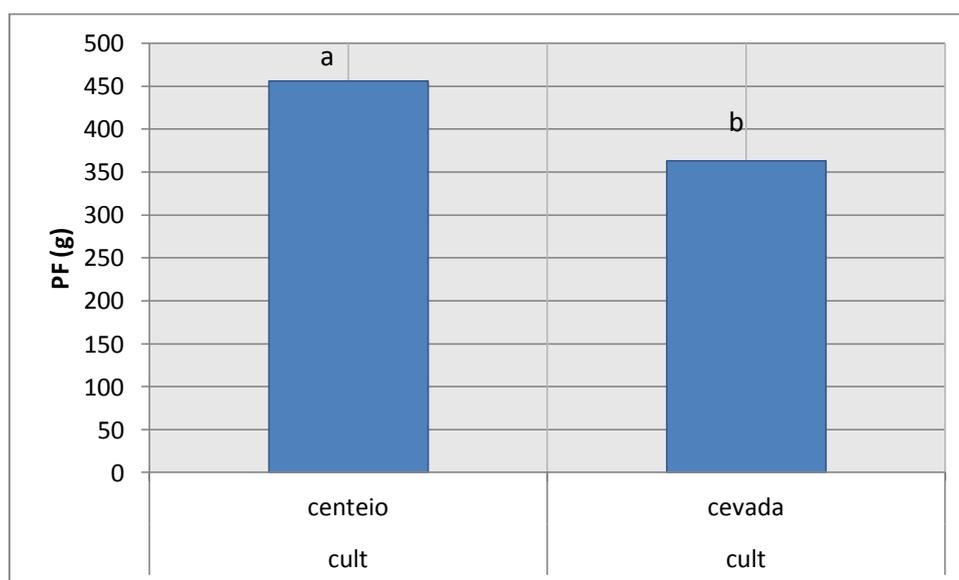


Figura 27 - Média do peso fresco em função da cultura

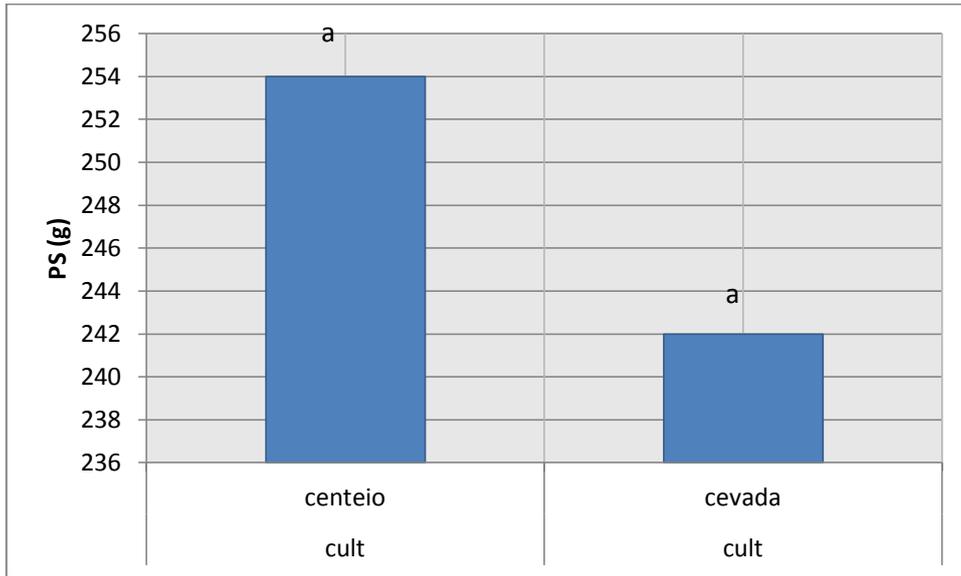


Figura 28 - Média do peso seco em função da cultura

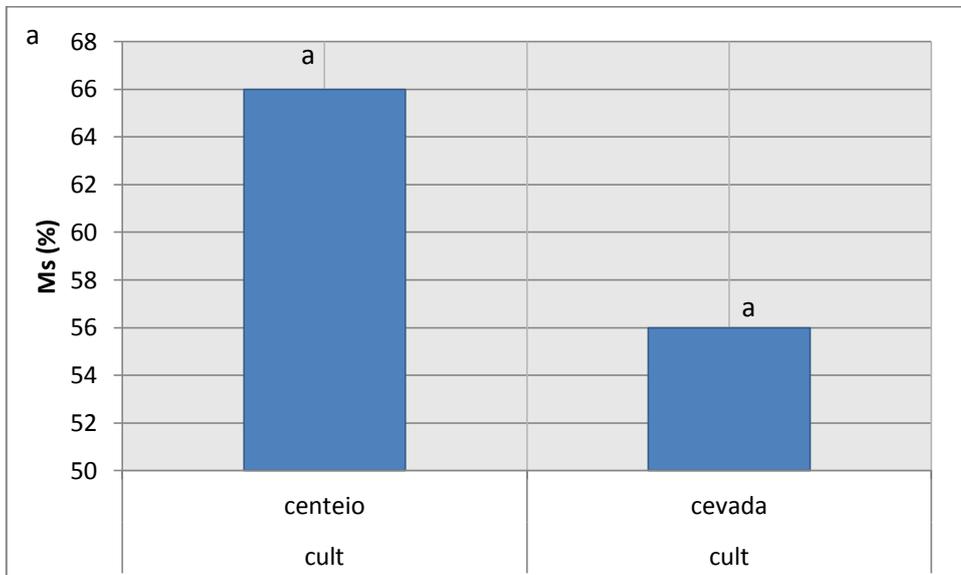


Figura 29 - Média da matéria seca em função da cultura

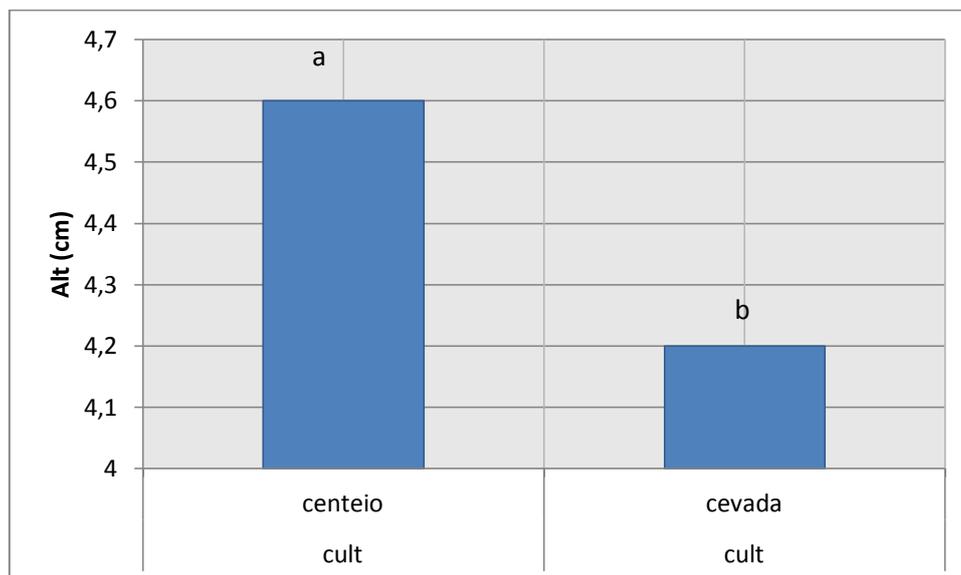


Figura 30 - Altura média das plantas em função das cultura

#### Efeito da repetição sobre o PF, PS, MS e Alt:

Assim o objetivo foi perceber se existiam diferenças significativas entre as variáveis dependentes (PF, PS, MS, Alt), e Rep como variável independente, ou seja compreender se a Rep teve, ou não influência no PF, PS, MS e Alt.

Tabela 8 - Comparação das médias de PF, PS, MS e Alt respeitantes às repetições

	PF	PS	MS	Alt
<b>Rep 1</b>	420 a	260 a	62 a	4,4 a
<b>Rep 2</b>	398 a	236 a	60 a	4,4 a

De acordo com as fig. 31 a 34 e as tabelas 6 e 8, as médias sugerem que não se encontraram diferenças significativas entre as repetições e as variáveis dependentes (PF, PS, MS e Alt).

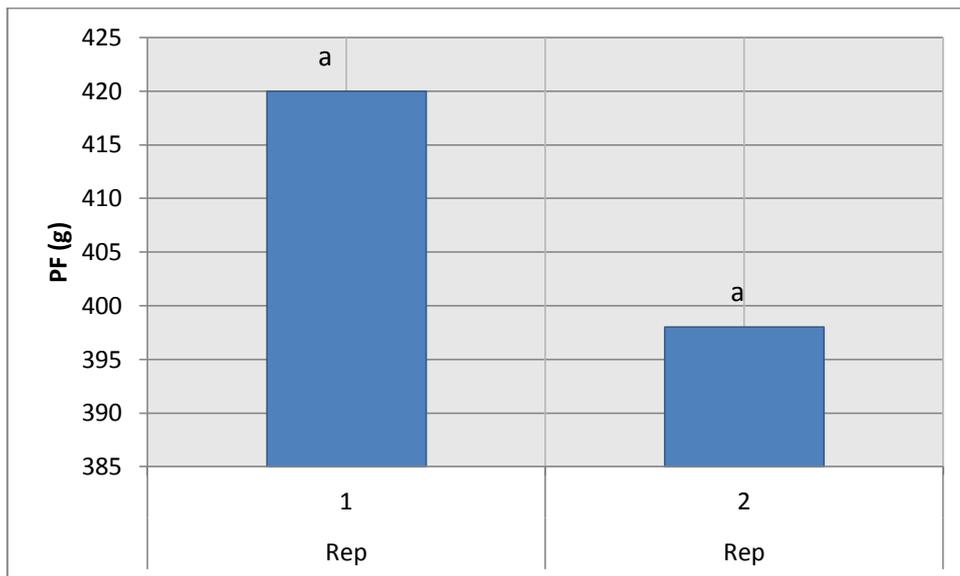


Figura 31 - Média do peso fresco em função da repetição

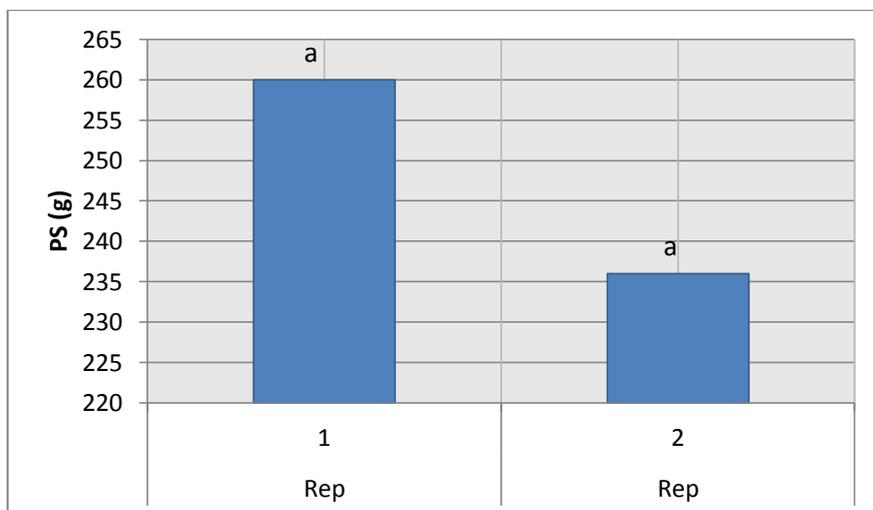


Figura 32 - Média do peso seco em função da repetição

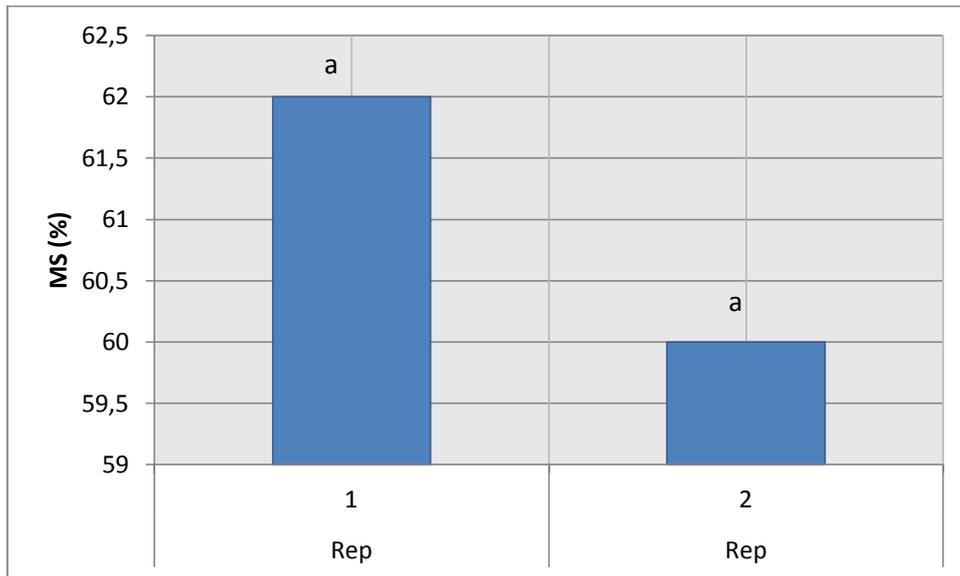


Figura 33 - Média da matéria seca em função da repetição

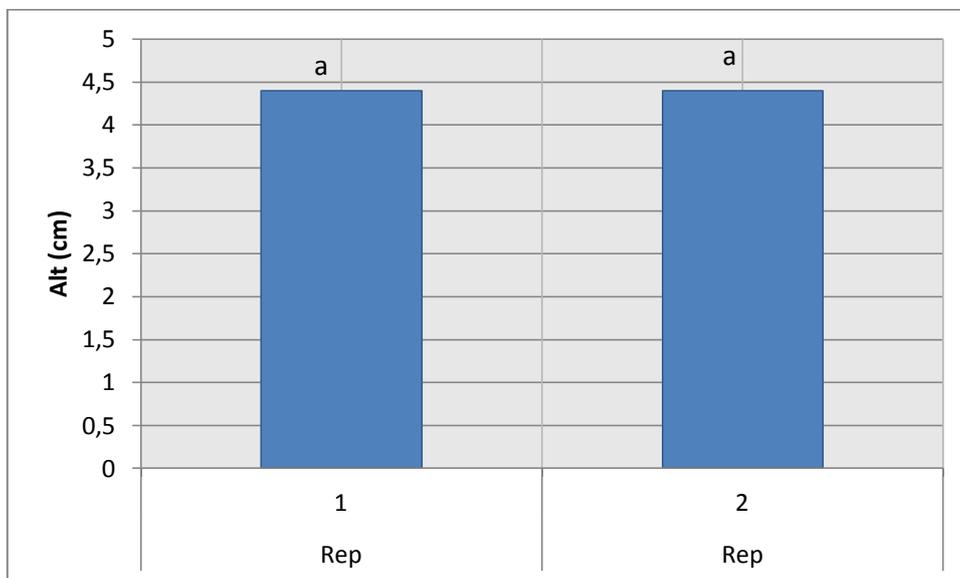


Figura 34 - Média do altura em função da repetição

**Efeito do tratamento: BD-0 BD-1; AD-0 e AD-1, sobre o PF, MS e Alt:**

Segundo a tabela 9, encontraram-se diferenças significativas entre os tratamentos na altura das plantas (tabela 6 e 9, fig. 38). De referir também que não se encontraram diferenças significativas para o PF (tabela 9, fig.35). No entanto AD-1 obteve valores superiores no PS e na MS em relação a BD-0 (tabela 9, fig. 36 e 37).

Tabela 9 - Comparação das médias de PF, PS, MS e Alt respeitantes aos Trat

		PF	PS	MS	Alt
Trat	AD 1	433 a	329,5 a	76 a	4,6 a
	AD 0	430 a	259 ab	60 ab	4,6 a
	BD 1	388 a	228 ab	50 ab	4,2 b
	BD 0	384 a	175 b	59 b	4,2 b

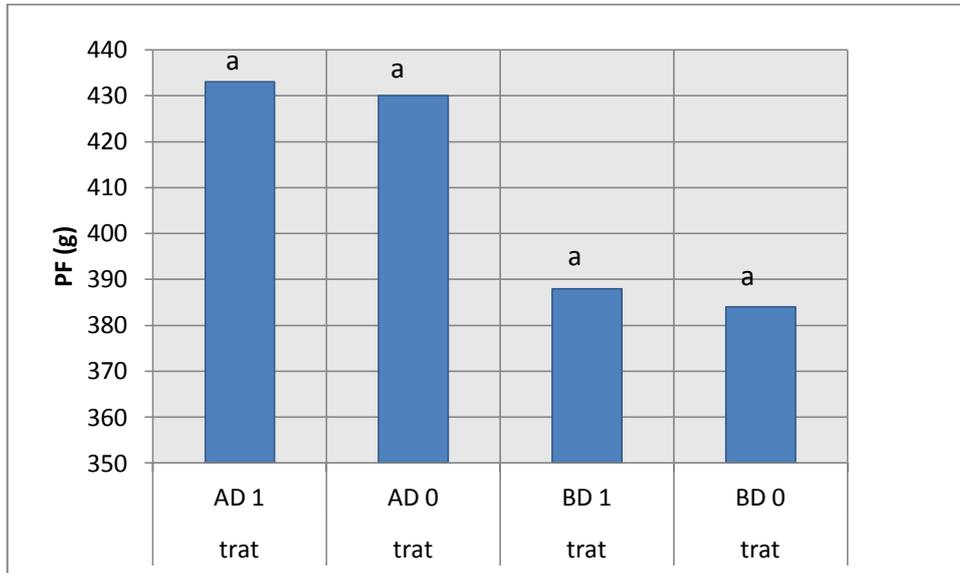


Figura 35- Média do peso fresco em função da densidade de plantação e da solução nutritiva.

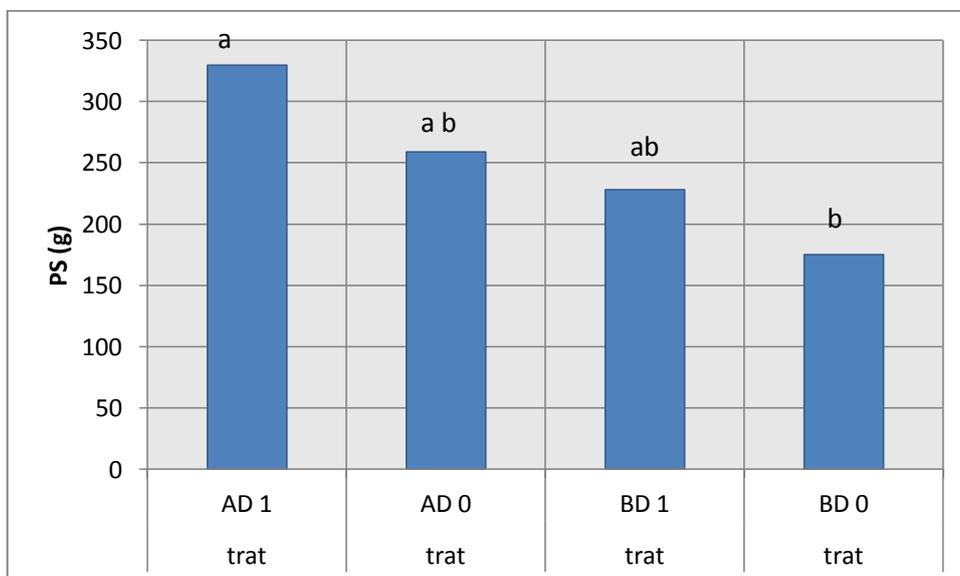


Figura 36 - Média do peso seco em função da densidade de plantação e da solução nutritiva

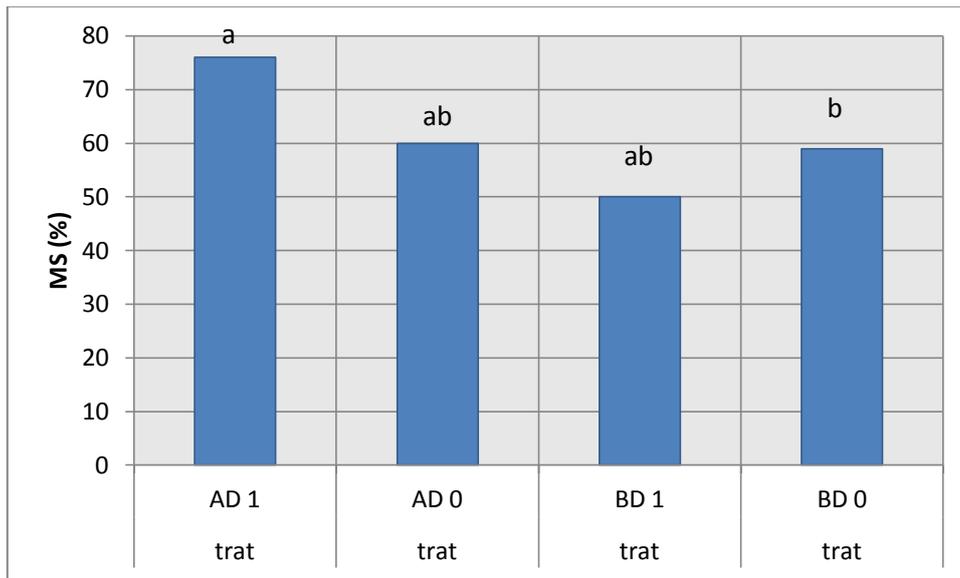


Figura 37 - Média da matéria seca em função da densidade de plantação e da solução nutritiva

As plantas semeadas a alta densidade (AD), independentemente da fertirrega, cresceram mais 0,4 cm do que as semeadas a baixas densidades (fig.38).

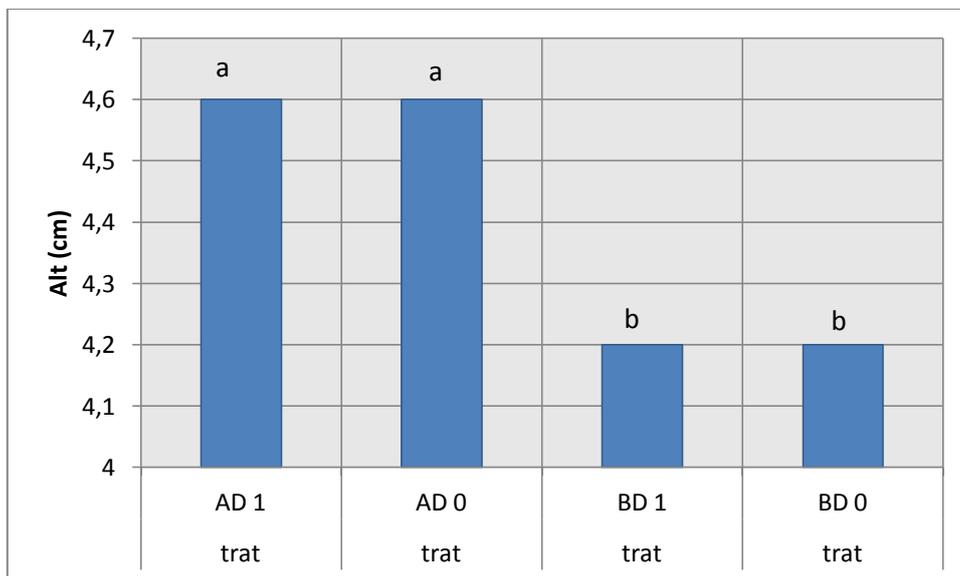


Figura 38 - Altura média das plantas em função da densidade de plantação e da solução nutritiva

### Estatística das análises bromatológicas

**b) Variáveis dependentes: FB, FDN, FDA, PB e Cz.**

$$Y_{ij} = \text{Cult}_i + \varepsilon_{ij};$$

**i= centeio e cevada**

Segundo a tabela 10 e 11 abaixo enunciadas, respeitante aos valores de significância, é possível afirmar que não foram encontradas diferenças significativas entre as culturas de centeio e cevada no que diz respeito à FB, FDN, FDA, PB e Cz.

Tabela 10 - Valores de significância do modelo (p, R<sup>2</sup>, CV) e médias das variáveis dependentes FB, FDN, FDA, PB e Cz.

	<b>p</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV (%)</b>	<b>Média (%)</b>
<b>FB</b>	<b>0.265</b>	<b>0,38</b>	<b>3.6</b>	<b>21</b>
<b>FDN</b>	<b>0.241</b>	<b>0.41</b>	<b>13</b>	<b>33</b>
<b>FDA</b>	<b>0.095</b>	<b>0.66</b>	<b>5.2</b>	<b>31</b>
<b>PB</b>	<b>0.704</b>	<b>0.06</b>	<b>13</b>	<b>12</b>
<b>Cz</b>	<b>0.61</b>	<b>0.10</b>	<b>158</b>	<b>3</b>

FB=Fibra bruta; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido; PB= Proteína bruta e Cz= cinzas

Tabela 11 - Valores de significância entre as variáveis dependentes (PF, PS, MS e Alt) e independente (Cult).

	<b>Cult</b>
<b>FB</b>	0.265
<b>FDN</b>	0.241
<b>FDA</b>	0.095
<b>PB</b>	0.704
<b>Cz</b>	0.61

Conforme tabela 12, as médias sugerem que não há diferenças significativas entre as variáveis.

Tabela 12 - Comparação das médias de FB, FDN, FDA, PB e Cz respeitantes às culturas do centeio e da cevada

	<b>Centeio</b>	<b>Cevada</b>
<b>FB</b>	20.5 a	21.5 a
<b>FDN</b>	29.4 a	35.3 a
<b>FDA</b>	29.0 a	32.6 a
<b>PB</b>	11.8 a	12.4 a
<b>Cz</b>	4.4 a	2.04 a

### 3.5 Análises bromatológicas

#### 3.5.1 Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra bruta (FB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA) e cinzas

A tabela 13 abaixo descrita, remete para os resultados referentes às análises bromatológicas da FVH do centeio e da cevada, onde posteriormente cada variável será dissecada graficamente, por forma a um maior entendimento e esclarecimento dos resultados aqui apresentados.

Tabela 13 - Resultado das análises bromatológicas da forragem verde hidropónica de cevada e centeio

Tratamento	Cultura	Cinzas (%)	FDN (%)	FDA (%)	Fibra Bruta (%)	Proteína Bruta (%)	Humidade (%)
BD 0	cevada	2,42	35,28	31,93	21,86	10,97	11,52
BD 1	cevada	-1,25	38,56	33,79	21,44	11,94	12,41
AD 0	centeio	-0,11	33,64	30,68	19,66	10,75	13,98
AD 1	centeio	8,8	25,24	27,28	21,4	12,78	13,59
AD 1	cevada	4,96	31,92	32,01	21,16	14,21	12,88

#### Matéria seca:

Conforme a tabela 14 abaixo descrita, referente aos resultados da matéria seca obtida, a partir da FVH de centeio e cevada, é possível afirmar que, quanto maior a percentagem de desidratação, significa que as amostras passaram por um processo de dessecação com êxito, estando assim expressos os respetivos nutrientes dos alimentos. De notar que o centeio, em comparação com a cevada apresenta resultados mais satisfatórios, com uma média de MS a rondar os 66%, enquanto que na cevada, o valor foi ligeiramente inferior, com uma média de 56%, como se encontra enunciado na tabela 13, e no gráfico da fig. 39.

A fórmula usada para a determinação da matéria seca foi: **Matéria Seca = P'/P x 100**. Em que **P'** corresponde ao peso da amostra em gramas após a desidratação; e **P** diz respeito ao peso em gramas da amostra antes da desidratação.

Tabela 14 - Resultados da matéria seca (%) da cevada e do centeio

Tratamento	Materia seca (%)		% de desidratação	
	Cevada	Centeio	Cevada	Centeio
BD 0	28,6	62,0	71,4	38,0
BD 0	31,8	77,0	68,2	23,0
BD 1	76,8**	64,8	23,2**	35,2
BD 1	36,2	57,7	63,8	42,3
AD 0	46,7	65,6	53,3	34,4
AD 0	68,7**	58,4	31,3**	41,6
AD 1	80,2**	72,3	19,8**	27,8
AD 1	78,6	72,7	21,4	27,3
<b>Média</b>	<b>56%</b>	<b>66,3%</b>	<b>44%</b>	<b>33,7%</b>

Note-se para os valores assinalados a \*\*, são referentes a uma secagem irregular

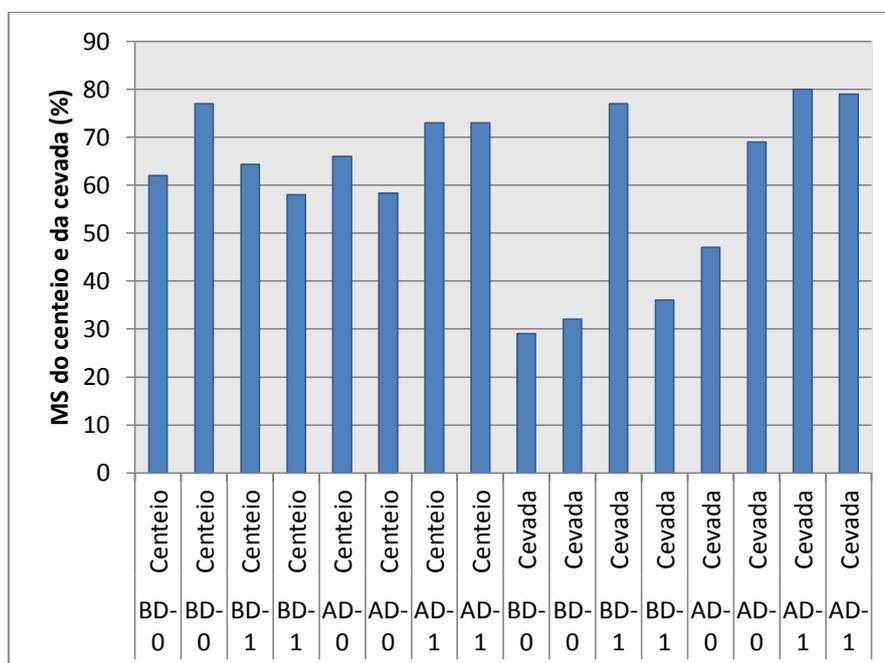


Figura 39 - MS (%) do centeio e da cevada

### Proteína bruta:

Os resultados da PB aqui obtidos, são inferiores com os valores expressos da tabela 1 (pág.24), no que respeita FVH-cevada e do alimento concentrado. No entanto apresenta um valor superior no feno e na palha.

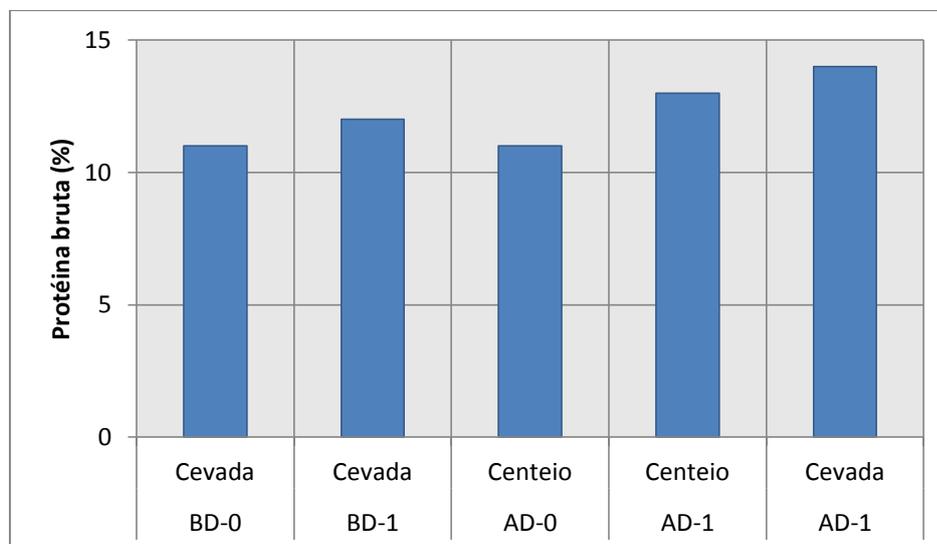


Figura 40 - Gráfico do efeito dos tratamentos (BD-0, BD-1; AD-0, AD-1) na PB do centeio e da cevada

### Fibra Bruta:

Apesar de as médias terem sugerido que não existem diferenças significativas para os valores referentes à FB, salienta-se para o facto de os respetivos valores estarem dentro dos tramites, contando com um valor mínimo de 19,6%

Os resultados das análises bromatológicas obtidas, da FVH do centeio e da cevada, de acordo com os valores respeitantes ao item da fibra bruta (FB), encontram-se todos dentro do trãmites, contando com um valor mínimo de 19,6% para a amostra BD 0 - centeio, e máximo de 21,8% no que respeita à amostra BD 0 - cevada.

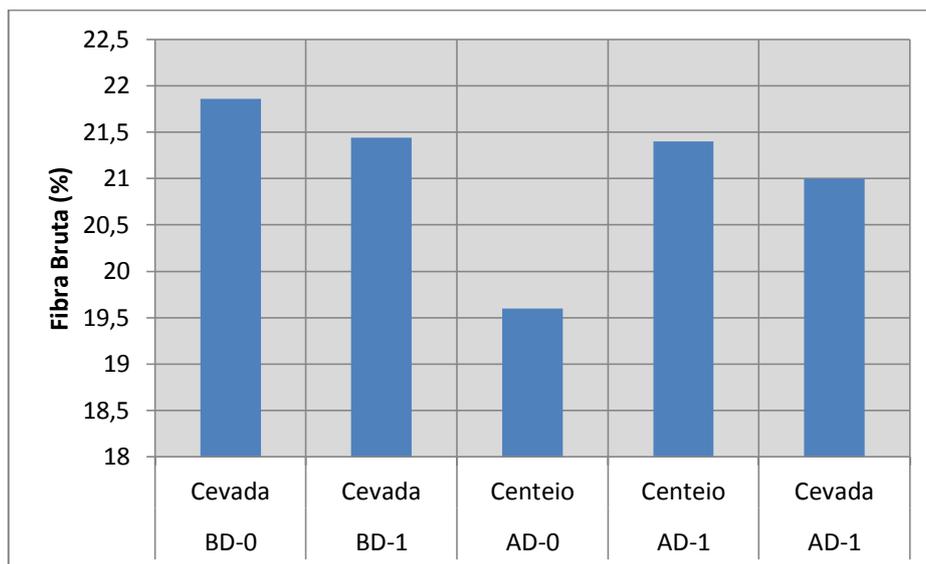


Figura 41 - Gráfico do efeito dos tratamentos (BD-0, BD-1; AD-0, AD-1) na FB do centeio e da cevada

### Fibra em detergente neutro (FDN):

Segundo a *DuPont Pioneer*, a FDN, destaca-se como sendo um dos melhores indicadores para determinar o teor de fibra, mas também como uma forma eficaz de estimar o consumo de matéria seca, através da FDN ou **CMS (consumo matéria seca) = 120/%FDN**.

Tabela 15 - Estimativa de ingestão de matéria seca a partir do teor de FDN

Tratamento	Cultura	FDN (%)	CMS (%)	Capacidade de ingestão (Kg)
BD 0	cevada	35,28	3,4	17
BD 1	cevada	38,56	3,11	15,55
AD 0	centeio	33,64	3,56	17,8
AD 1	centeio	25,24	4,75	23,75
AD 1	cevada	31,92	3,75	18,75

Nota: os valores obtidos para a categoria "capacidade de ingestão (Kg)", foi estimado, partindo do pressuposto que o peso médio do animal é de 500kg.

Segundo a tabela nº15, descrita acima, é possível auferir que as percentagens mais elevadas de FDN correspondem à cultura da cevada para BD 0 e 1. Indo ao encontro do que foi dito na revisão bibliográfica, que, quanto maior for o valor de FDN, menor será a capacidade do animal ingerir o alimento (fig.42 e 43). A variável "capacidade de ingestão (kg)" diz respeito à correspondência dos valores que estão

expressos em %. Então para a amostra BD 0, é possível anuir que uma vaca com cerca de 500kg de peso médio, apenas consegue ingerir 3,4% do seu peso, ou seja, corresponde a 17kg de matéria seca de cevada.

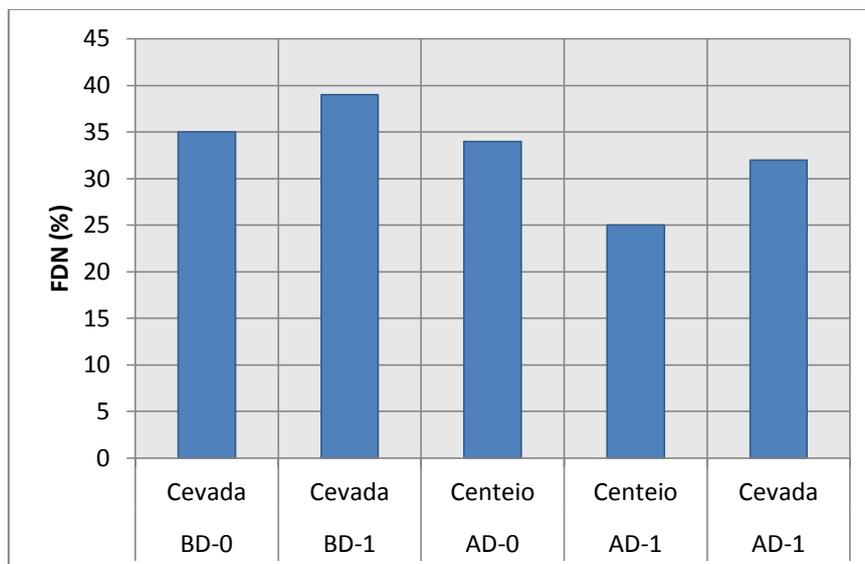


Figura 42 - Gráfico da FDN do centeio e da cevada

De acordo com o gráfico da fig.43, relativo ao CMS (%), é possível declarar que a informação contida neste gráfico, vem corroborar com o que foi dito anteriormente na revisão bibliográfica. Os valores mais elevados para o CMS (%), dizem respeito às AD para ambas as culturas.

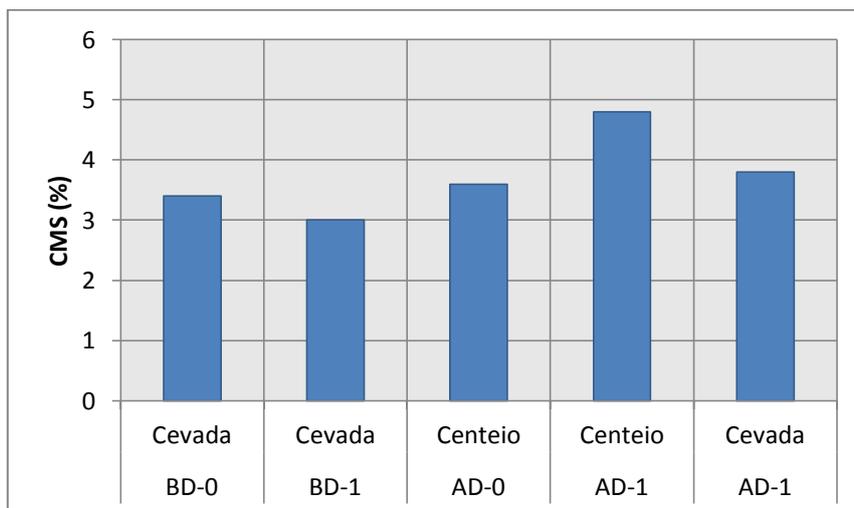


Figura 43 - Gráfico do efeito da FDN sobre o CMS no centeio e na cevada

### Fibra em detergente ácido (FDA):

Segundo kirchof (s/d), o cálculo da digestibilidade da matéria seca obtém-se fazendo: **DMS = 88,9 - (FDA x 0,779)**.

Tabela 16 - Estimativa da digestibilidade da matéria seca (DMS) a partir dos valores de FDN

Tratamento	Cultura	FDA (%)	DMS (%)
BD 0	cevada	31,93	64
BD 1	cevada	33,79	63
AD 1	centeio	27,28	68
AD 0	centeio	30,68	65
AD 1	cevada	32,01	64

De acordo com a informação fornecida anteriormente para a FDA, e tendo em conta os resultados obtidos expressos na tabela 16 e na fig. 44 e 45, vemos que a informação é assim corroborada, no sentido de que quanto maior a percentagem de FDA, mais baixa é a digestibilidade da matéria seca. De notar que as amostras referentes ao centeio, são aquelas que melhores resultados apresenta face à DMS, especialmente à amostra correspondente a AD 1.

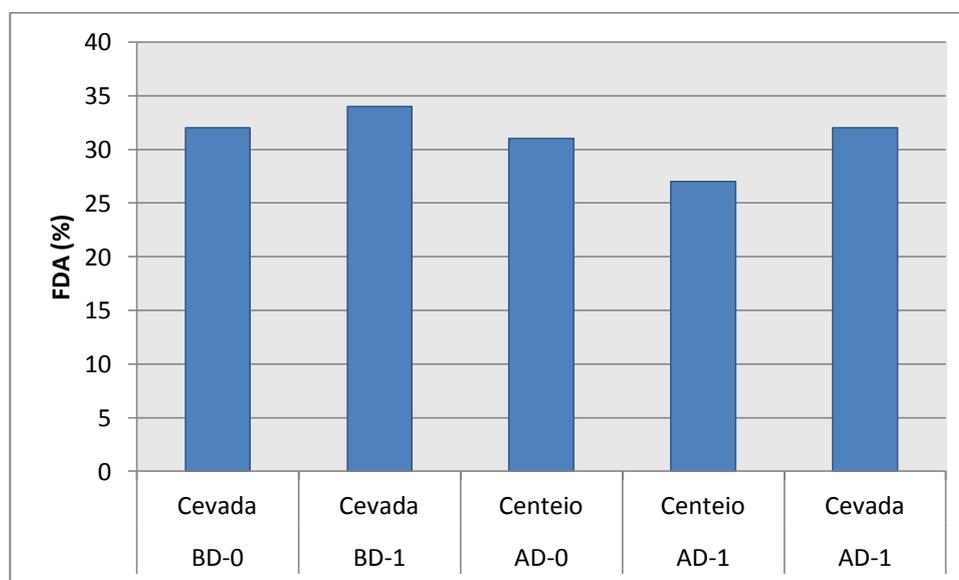


Figura 44 - Gráfico da FDA no centeio e na cevada

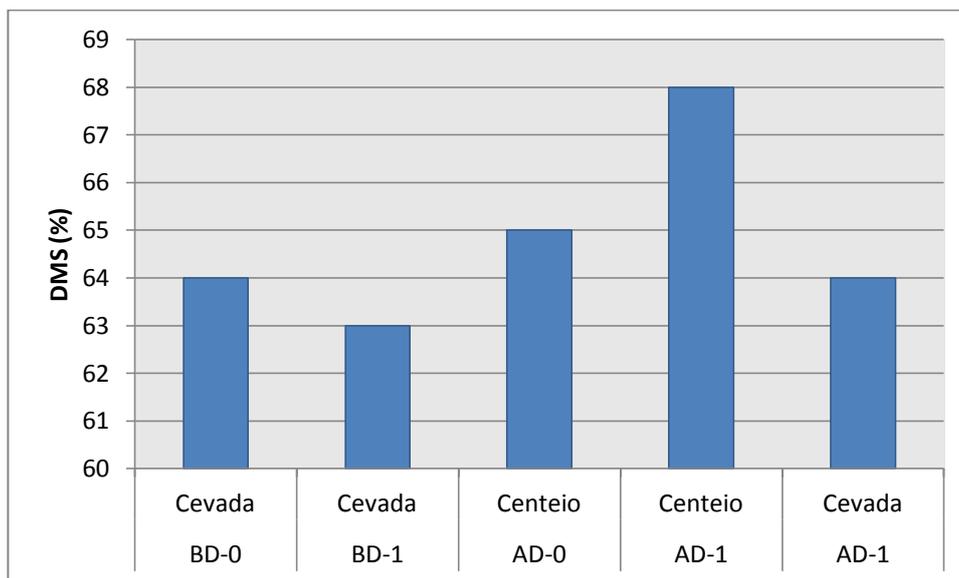


Figura 45 - Gráfico do efeito da FDA sobre a DMS no centeio e na cevada

Conforme Salman, Ferreira et al (2010), uma vez que a FDA é o item que apresenta menor percentagem digestível da parede celular, sendo constituída à base essencialmente de lignocelulose (lignina e celulose), a percentagem de hemicelulose é obtida através da **diferença entre a FDN e FDA**.

Tabela 17 - Estimativa da percentagem de hemicelulose

Tratamento	Cultura	FDN %	FDA %	Hemicelulose
BD 0	cevada	35,28	31,93	3,35
BD 1	cevada	38,56	33,79	4,77
AD 1	cevada	31,92	32,01	-0,9
AD 0	centeio	33,64	30,68	2,96
AD 1	centeio	25,24	27,28	-2,04

Assim, a hemicelulose e a lignina, são componentes da parede celular, associados a baixa digestibilidade. Então, quanto maior é a percentagem de hemicelulose num dado alimento, menor será a sua digestibilidade. Segundo a fig. 46, encontram-se nas BD (0 e 1), ambas para a cultura da cevada.

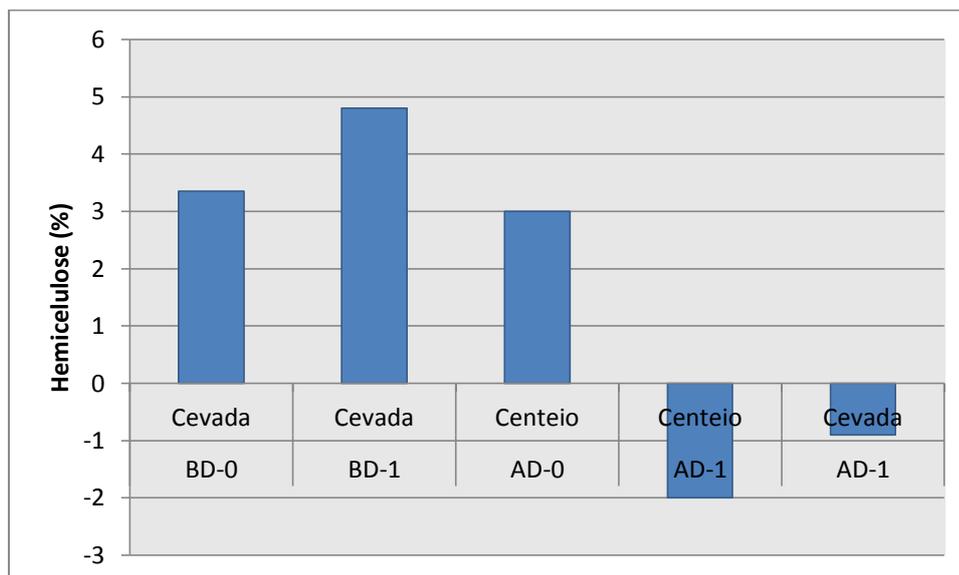


Figura 46 - Gráfico do efeito da FDA sobre a hemicelulose no centeio e na cevada

Outra operação de relevância para a nutrição animal, envolve novamente a FDA (%). Para o cálculo deste elemento, foi usada a seguinte expressão: **NDT (%) = 87,84 - (0,70 x FDA)**. Assim o valor energético de um determinado alimento, tal como as exigências nutricionais dos ruminantes, podem ser expressas de várias formas, sendo o mais generalizado o sistema denominado de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), (Kirchof, 2004).

Tabela 18 - Estimativa do valor da energia do alimento, expresso em nutrientes digestíveis totais (NDT)

Tratamento	Cultura	FDA %	NDT %
BD 0	cevada	31,93	65,4
BD 1	cevada	33,79	64,1
AD 0	centeio	30,68	66,3
AD 1	centeio	27,28	68,7
AD 1	cevada	32,01	65,4

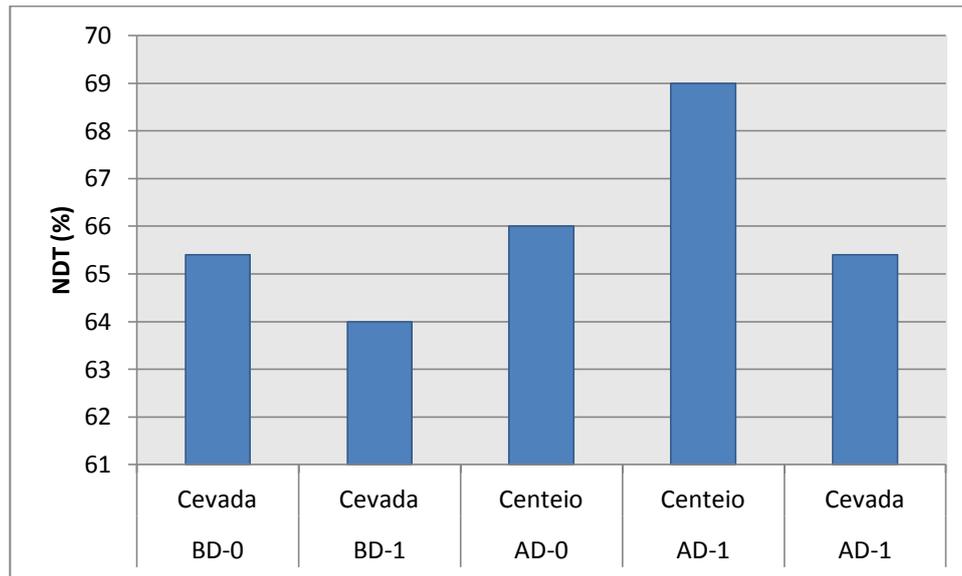


Figura 47 - Gráfico do efeito da FDA sobre os NDT no centeio e na cevada

Uma vez que a FDA encontra-se diretamente relacionada com a digestibilidade da matéria seca e com a disponibilidade de NDT (%), vemos que a informação contida na tabela nº18, vem comprovar essa afirmação, uma vez que se encontra expresso a tendência de que, quanto maior a percentagem de FDA, menor vai ser a digestibilidade da matéria seca, expressa em NDT.

De realçar, que a amostra AD 1- centeio, é aquele que apresenta o valor mais elevado no que respeita à digestibilidade da matéria seca, contando com um valor na ordem dos 68%. No entanto, o valor mais baixo, diz respeito à amostra BD 1 - cevada, onde a digestibilidade da matéria seca ronda os 64%.

### Cinzas:

Como já foi referido anteriormente, na descrição deste capítulo, da revisão bibliográfica, as cinzas dizem respeito à composição mineral dos alimentos. Entao como a MM corresponde à fração não orgânica, os valores mais elevados estão relacionados com valores energéticos mais reduzidos.

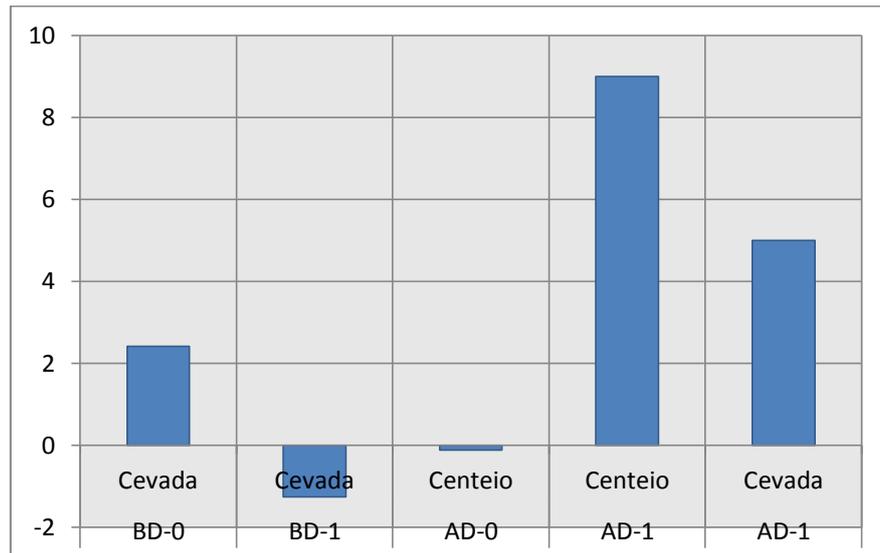


Figura 48 - Gráfico relativo às cinzas (%)

3.5.2 Comparação entre as análises bromatológicas da FVH do centeio e da cevada, com a composição dos componentes analíticos das formulações de concentrados da empresa(\*\*).

Conforme se encontra acima referido pela tabela nº13 (pág.64) e fig.40 (pág.66), é possível auferir que as amostras correspondentes a BD 1 e AD 1 da cevada e AD1 do centeio, dizem respeito às percentagens mais elevadas, para a proteína bruta. Neste parâmetro, a cevada em comparação com o centeio, foi a gramínea que obteve o resultado mais elevado.

De acordo com comparações efetuadas entre os resultados químico - bromatológicos, de FVH aqui obtidos, e um regime alimentar fabricado pela empresa(\*\*), que foi especialmente selecionado para o efeito, devido ser aquele que apresenta valores mais elevados de proteína bruta, ou seja 14,6 %, observamos que a FVH obteve um valor muito próximo, contando com 14,21%.

Relativamente à fibra bruta, os resultados obtidos da FVH (tabela 13 da pág.64 e fig.41 da pág.67), em comparação com os da fig.49 e 50, apresentam valores muitíssimos mais elevados, rondando os 21%, enquanto que os valores de FB, na dieta alimentar da empresa(\*\*), contêm apenas 4.8%. No entanto, no que respeita à percentagem de cinzas, a formulação de alimento concentrado apresenta um valor mais elevado, o que como já foi referido, não se encontra diretamente relacionado com a qualidade do alimento em questão.

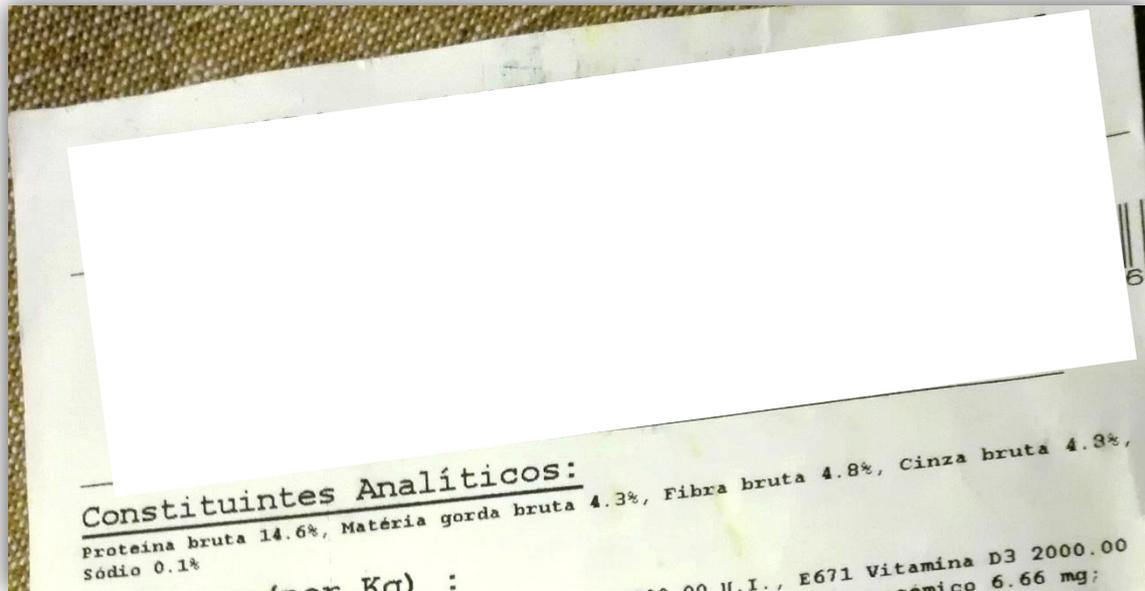


Figura 49 - Alimento composto: características analíticas

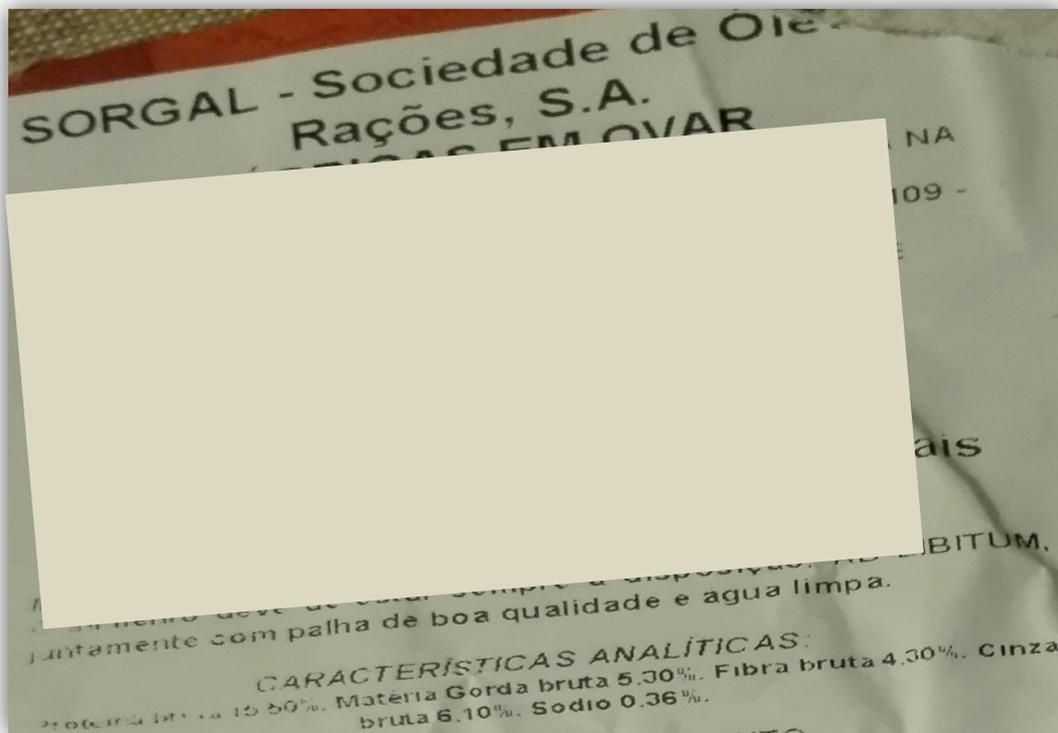


Figura 50 - Alimento composto: características analíticas

## Capítulo 4

## Conclusões

A investigação apresentada destinou-se a aprofundar teórica e empiricamente a produção de FVH, como uma técnica fundamental e inovadora na produção de alimento animal.

Os objetivos deste presente trabalho dizem respeito à avaliação da produtividade de FVH, para as culturas da cevada e do centeio, analisando a temperatura como fator de influência no desenvolvimento da FVH; outro objetivo inerente, era o de estabelecer comparação em termos de produtividade entre as repetições em que eram aplicadas a solução nutritiva, daqueles em que não nada foi aplicado, para além da irrigação normalizada para o efeito. Assim sendo, e conforme análise estatística realizada, podemos afirmar que segundo o que as médias sugerem que a fertirrega não foi um fator de influência na produtividade, uma vez que não se registaram diferenças significativas entre os tratamentos e o peso fresco, ao contrário do que se verificou para o PS, MS e Alt, em que existem diferenças significativas com a fertirrega. No que concerne à MS, as médias sugerem que o centeio, foi o cereal que alcançou os melhores resultados, ao contrário da cevada, que estatisticamente obteve resultados ligeiramente superiores no que respeita à PB, e FB. Assim as AD-1 produziram maior percentagem de PS e MS, enquanto que nas BD-0 a produção foi de menor percentagem de PS e MS. No geral, as culturas hidropónicas em AD, independentemente da fertirrega demonstraram um maior crescimento.

Um dos grandes objetivos, que a meu ver enaltecem positivamente este trabalho, foi o facto de terem sido realizadas as análises químico - bromatológicas, permitindo assim uma total veracidade dos valores aí representados, assim como um estudo mais aprofundado do que aquele estava até apresentado no respetivo título desta dissertação. No entanto, como não detínhamos qualquer controlo sobre a estufa, onde estavam inseridas as culturas de FVH, revelou-se impossível controlar os parâmetros de luminosidade, temperatura e humidade relativa, o que contribuiu em grande escala para a génese de fungos, e que conseqüentemente afetou de forma negativa das culturas, comprometendo assim a sanidade e o desenvolvimento saudável das mesmas. De acordo com as análises químicas realizadas, conclui-se que no que respeita à cultura da Cevada (AD-1) obteve uma percentagem de PB na ordem dos 14%, valor esse que se encontra muito próximo da empresa de concentrados (\*\*). Na análise estatística para os resultados da bromatologia, os valores de significância (p), não se encontraram diferenças significativas, tal como no teste de *Duncan*, em que as médias sugerem que não existem diferenças significativas.

De salientar que apesar de todas as dificuldades inerentes ao desenvolvimento deste trabalho, obtiveram-se resultados muito próximos e até superiores, aos que se encontram descritos nas características analíticas enunciadas nos rótulos dos alimentos concentrados. Dentro desses resultados, os que mais relevância apresentam, dizem respeito à proteína bruta com valores muito próximos, e à fibra bruta com valores muito superiores em comparação com essas formulações de alimentos concentrados.

Este modo de produção, apresenta grandes vantagens face ao alimento concentrado, e mesmo à silagem de milho, em vários itens, em termos de tempo e espaço de produção, redução de mão de obra, e também pelo facto de ser um alimento limpo de produtos fitofarmacêuticos, que na produção a campo, a sua utilização revela-se imprescindível.

Dada a grande dificuldade, em encontrar bibliografia compatível com o tema desenvolvido, era muito interessante, do ponto de vista científico e académico que se debruçassem sobre esta temática, uma vez que apresenta um grande potencial para a produção animal, assim como para a realização de futuros estudos, que fossem capazes de um maior aprofundamento do tema, e principalmente estudar a influência da FVH na condição corporal animal, inserindo-a assim, na dieta alimentar, como uma solução viável aos alimentos concentrados e à sustentabilidade ambiental.

## Referências Bibliográficas

- Bianchini, W., Rodrigues, E., Jorge, A., & Andrigheto, C. (2007). Importância da fibra na nutrição de bovinos. (Fiber importance on cattle nutrition). *Revista electrónica de Veterinaria*, III N<sup>o</sup> 2, 1-14.
- Costa, M. (2004). Análises de alimentos. from <http://rehaagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=473>
- Danés, M. (2012). Reduzindo o teor de proteína bruta em dietas para vacas leiteiras. Retrieved 19-09-2015 <http://www.milkpoint.com.br/radar->

- tecnico/nutricao/reduzindo-o-teor-de-proteina-bruta-em-dietas-para-vacas-leiteiras-79305n.aspx
- FAO. (2001). Manual tecnico forraje verde hidroponico. *Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA*. <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>
- Fontaneli, R., & Fontaneli, R. (2012). *Qualidade e valor nutritivo de forragem*
- Freire, E. (2013, Outubro 2013). "O pastoreio tem de ganhar novamente o seu lugar". *Vida Rural*, 26,27,28.
- Freire, E. (2012, Abril 2012). "Forragem em hidroponia sai mais barato que o próprio feno". *Vida Rural*, 26-27-28.
- Kirchof, B. (2004). Alimentação da vaca leiteira 1-18. <http://www.atividaderural.com.br/artigos/4e9c1745169a8.pdf>
- Laborfort. (2013). Análises bromatológicas. Retrieved 15/09/2015, 2015, from <http://www.cerebelo.com.br/laborfort/analises-bromatologicas/>
- Lançanova, J., Oliveira, M., Pacola, L., Vilela, L., Figueiredo, L., Malheiros, E., & Sampaio, A. (2001). Digestibilidade Aparente da Matéria Seca, Matéria Orgânica e Energia Bruta e Nutrientes Digestíveis Totais de uma Raça Completa para Bovinos de Diferentes Grupos Genéticos *Revista Brasileira de Zootécnia*, 897 - 903.
- Lopez, R. (2012). Forraje verde hidroponico una alternativa para el ganado de zonas aridas.
- Madeira, B., & Sobreira, C. (2014). Vacas comem erva servida em tabuleiros. *Agrotec*, 74, 75, 76.
- Marcondes, M. (2010). Exigências nutricionais de proteína para os bovinos de corte 114-120. <http://www.brcorte.com.br/bundles/junglebrcorte2/book/br/c6.pdf>
- Medeiros, L. M. (2006). *Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de trigo* (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. Retrieved from [http://cascavel.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1600](http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1600)
- Rodrigues, R. (2010). Métodos de Análises Bromatológicas de Alimentos: Métodos Físicos, Químicos e Bromatológicos. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40059/1/documento-306.pdf> 19-56
- Salman, A., Ferreira, A., Soares, J., & Souza, J. (2010). Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. Embrapa 7-19. <https://ri.ufs.br/bitstream/123456789/1157/1/MetodologiasParaAvalia%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Seabra, D. (2013). Alimentos germinados - o que são e quais as vantagens Retrieved 15-07-2015, from <http://www.esmeraldazul.com/pt/blog/alimentos-germinados-o-que-sao-e-quais-as-vantagens/http://www.esmeraldazul.com/pt/blog/alimentos-germinados-o-que-sao-e-quais-as-vantagens/>
- Serafim, R. (2011). Análise Bromatológica e Coleta de Amostras.
- Tonissi, R. (2010). Técnicas laboratoriais na análise de alimentos <file:///C:/Users/Ana/Documents/Engenharia%20Agr%C3%B3mica/2%C2%BA%20ano/tese/bibliografia/Tecnicas%20laboratoriais.pdf>

- Valdez, M., Duarte, G., Gallardo, E., & al., e. (2009, 23/08/2015). Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. *Acta Universitaria Multidisciplinary Scientific Journal*, 19.
- Van Soest, P. (1994). *Nutritional Ecology of the ruminant* C. U. Press (Ed.) (pp. 463). Retrieved from [https://books.google.pt/books?id=-mwUu6PL1UgC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?id=-mwUu6PL1UgC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Zambujo, J. (2013, Abril, 2013). Grãos germinados alimentos vivos. *VOZ DO CAMPO*, 37.
- Zorzan, M. (2006). *Avaliação e composição da qualidade de forragem hidropónica de centeio, cevada e ervilhaca*. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais.

## Anexos



Figura 51 - Tabuleiro sem perfurações.  
Fonte: Autor



Figura 52 - Localização dos aspersores na estufa.  
Fonte: Autor

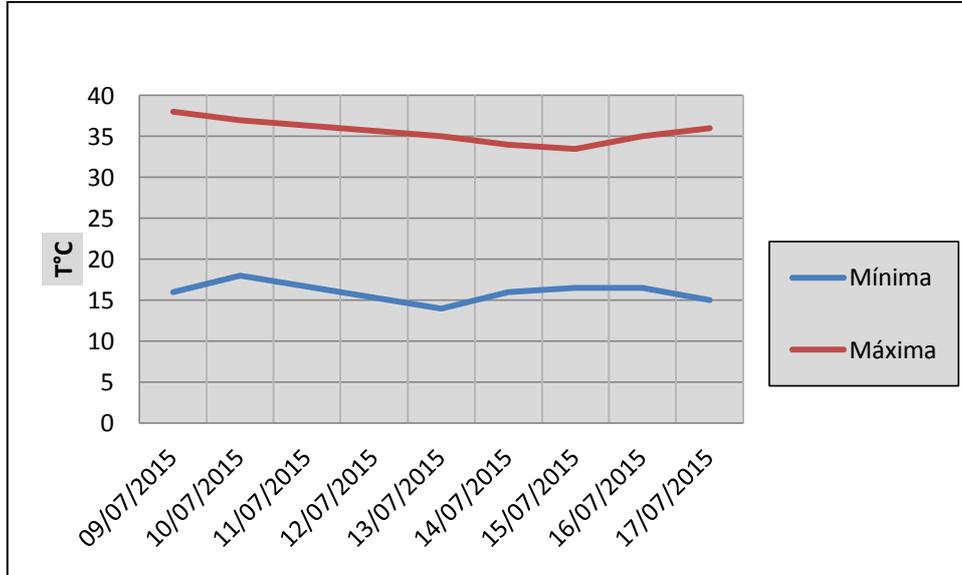


Figura 53 - Monitorização das temperaturas mínima e máxima indoor

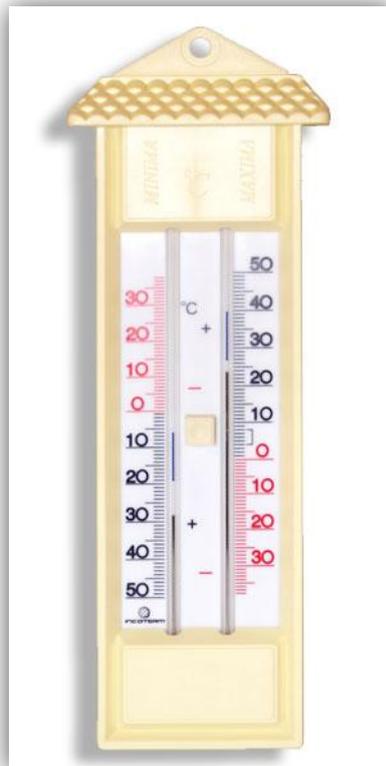


Figura 54 - Termómetro analógico.  
Fonte: Autor



Figura 55 - Estufa do laboratório para dessecar as amostras de FVH. Fonte: Autor



Figura 56 - Proveta utilizada na determinação da quantidade de solução nutritiva. Fonte: Autor



Figura 57 - Presença de fungos no centeio - 1º delineamento experimental

Repetição	Densidade de sementeira	Fertirrega
1	BD (1kg)	0
2		0
1		1
2		1
1	BD (1kg)	0
2		0
1		1
2		1
1	AD (1,5kg)	0
2		0
1		1
2		1
1	AD (1,5kg)	0
2		0
1		1
2		1

Figura 58 - Esquema da distribuição de densidade de sementeira, repetições, e aplicação de solução nutritiva (1 = fertirrega 0 = sem fertirrega).

Repetições	BD-0		BD-1		AD-0		AD-1		BD-0		BD-1		AD-0		AD-1	
	Cevada	Centeio														
<b>Cultura</b>																
<b>Peso fresco (g)</b>	461	305	500	287	440	381	403	312	458	445	498	320	470	400	412	541
<b>Peso seco (g)</b>	132	189	159	221	338	247	146	180	214	292	342	187	377	289	324	328
<b>Matéria seca (%)</b>	28,6	62	31,8	77	76,8	64,4	36,2	57,7	46,7	65,6	68,7	58,4	80,2	72,7	78,6	72,7

Figura 59 - Valores médios de duas repetições do PF, PS e da M, nas culturas de cevada e centeio