

**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**



**Faculdade de Ciências e Tecnologia**

**FERRAMENTAS PARA A GESTÃO DO ESPAÇO RURAL**

**GESTÃO AGRONÓMICA E ENERGÉTICA**

**EM DUAS ESPÉCIES DISTINTAS**

**Nelson Miguel Guerreiro Lourenço**

Dissertação para a obtenção do grau de  
Mestre em Gestão Sustentável dos Espaços Rurais

**Janeiro de 2010**

## Índice

Agradecimentos .....	X
Resumo .....	XI
Abstract .....	XIII

## Capítulo 1

1.1. Introdução .....	1
1.2. Objectivos .....	5

## Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica

2.1. Eficiência Energética .....	6
2.2. Mecanismos de multifuncionalidade rural .....	8
2.3. Gestão sustentável do espaço rural .....	9
2.4. Alternativas agronómicas: <i>Lactuca sativa</i> e <i>Thymus zygis</i> .....	11
2.5. Substratos orgânicos para a produção .....	16

## Capítulo 3 – Material e métodos

3.1. Modalidades em estudo e local do ensaio .....	22
3.2. Substratos	
3.2.1. Matéria orgânica e matéria mineral .....	22
3.2.2. Percentagem de humidade e matéria seca .....	23
3.2.3. Densidade real e densidade aparente seca .....	24
3.2.4. Espaço poroso total .....	25
3.2.5. Relações ar-água .....	25
3.2.6. pH e condutividade eléctrica .....	26
3.3. Material Vegetal: <i>Lactuca sativa</i>	
3.3.1. Instalação da cultura .....	27
3.3.2. Produção .....	27
3.3.3. Eficiência do uso de água de rega .....	28

3.3.4. Percentagem de variação de peso fresco entre as duas campanhas .....	28
<b>3.4. Material vegetal: <i>Thymus zygis</i></b>	
3.4.1. Instalação da cultura .....	28
3.4.2. Parâmetros de crescimento	
3.4.2.1. Comprimento .....	29
3.4.2.2. Diâmetro .....	30
3.4.2.3. Volume radicular .....	30
3.4.3. Produção .....	30
3.4.4. Eficiência do uso de água de rega .....	30
3.4.5. Composição em óleos essenciais .....	30
<b>3.5. Análise Energética</b>	
3.5.1. <i>Inputs</i> energéticos .....	31
3.5.2. <i>Outputs</i> energéticos .....	33
3.5.3. Balanço energético .....	33
3.5.4. Eficiência energética .....	34
<b>3.6. Delineamento experimental e tratamento estatístico .....</b>	<b>34</b>

## Capítulo 4 – Resultados

### 4.1. Substratos

4.1.1. Matéria orgânica e matéria mineral .....	35
4.1.2. Percentagem de humidade e matéria seca .....	36
4.1.3. Densidade real e densidade aparente seca .....	37
4.1.4. Espaço poroso total .....	39
4.1.5. Relações ar-água .....	40
4.1.6. pH e condutividade eléctrica .....	40

**4.2. Material Vegetal: *Lactuca sativa***

4.2.1. Peso fresco e peso seco .....	41
4.2.2. Eficiência do uso de água de rega .....	44
4.2.3. Percentagem de variação de peso fresco entre as duas campanhas .....	45

**4.3. Material Vegetal: *Thymus zygis***

4.3.1. Peso fresco .....	45
4.3.2. Eficiência do uso de água de rega .....	47
4.3.3. Parâmetros de crescimento .....	48
4.3.4. Composição em óleos essenciais .....	49

**4.4. Análise Energética**

4.4.1. <i>Inputs</i> energéticos .....	52
4.4.2. <i>Outputs</i> energéticos .....	56
4.4.3. Balanço energético .....	56
4.4.4. Eficiência energética .....	57

**Capítulo 5 – Discussão dos Resultados**

<b>5.1. Substratos .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2. Material Vegetal: <i>Lactuca sativa</i> .....</b>	<b>60</b>
<b>5.3. Material Vegetal: <i>Thymus zygis</i> .....</b>	<b>62</b>
<b>5.4. Análise Energética .....</b>	<b>65</b>

**Capítulo 6 – Conclusões .....** 67

**Capítulo 7 - Referências Bibliográficas .....** 69

---

## Índice de Tabelas

TABELA 1 – Quantidades médias de húmus produzido anualmente por algumas culturas .....	10
TABELA 2 - Valores aproximados da produção total e percentagem de sólidos totais dos excrementos produzidos por algumas espécies pecuárias .....	11
TABELA 3 – Cultura de alface em Portugal .....	12
TABELA 4 – Grupos de cultivares de alface .....	12
TABELA 5 – Classificação botânica do tomilho comum .....	15
TABELA 6 – Características adequadas para um substrato .....	18
TABELA 7 – Densidades ( $\text{kg m}^{-3}$ ) em cada substrato .....	32
TABELA 8 – Valores médios, erro padrão ( $\pm$ EP) da percentagem de matéria orgânica e matéria mineral para cada modalidade. ....	35
TABELA 9 – Valores médios ( $\pm$ EP) da percentagem de humidade (H) e matéria seca (MS) para cada modalidade .....	36
TABELA 10 – Valores médios ( $\pm$ EP) da densidade real (dr) e densidade aparente seca (dap) para cada modalidade .....	37
TABELA 11 – Valores médios ( $\pm$ EP) do espaço poroso total (EPT) para cada modalidade .....	39
TABELA 12 – Valores médios ( $\pm$ EP) da capacidade de arejamento (CA), água facilmente utilizável (AFU), água de reserva (AR) e água dificilmente utilizável (ADU) para cada modalidade .....	40
TABELA 13 – Valores médios de pH ( $\pm$ EP) para cada modalidade antes da transplantação (AT), após a primeira campanha de <i>Lactuca sativa</i> (A1), após a segunda campanha de <i>Lactuca sativa</i> (A2) e após a campanha de <i>Thymus zygis</i> (T1) (9 de Abril de 2009) .....	41

TABELA 14 – Valores médios de CE ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) ( $\pm$ EP) para cada modalidade antes da transplantação (AT), após a primeira campanha de <i>Lactuca sativa</i> (A1), após a segunda campanha de <i>Lactuca sativa</i> (A2) e após a campanha de <i>Thymus zygis</i> (T1) (9 de Abril de 2009) .....	41
TABELA 15 – Valores médios e totais de peso fresco (PF), peso seco (PS) e peso total (PT) para cada modalidade (9 de Abril de 2009) .....	42
TABELA 16 – Percentagem de variação de peso fresco entre as duas campanhas ....	45
TABELA 17 – Valores médios e totais de peso fresco para a parte aérea (PA), parte radicular (PR) para cada modalidade (9 de Abril de 2009) .....	46
TABELA 18 – Valores médios de diâmetro máximo ( $\text{dmáx}$ ), altura máxima ( $\text{hmáx}$ ) e volume radicular (VR) para cada modalidade .....	48
TABELA 19 – Rendimento do óleo essencial (% v/m) .....	49
TABELA 20 – Composição do óleo em cada uma das modalidades .....	50
TABELA 21 – Grupos de componentes em cada uma das modalidades .....	51
TABELA 22 – Total de <i>inputs</i> energéticos (MJ) para a cultura de <i>Lactuca sativa</i> (1. <sup>a</sup> campanha) .....	53
TABELA 23 – Total de <i>inputs</i> energéticos (MJ) para a cultura de <i>Thymus zygis</i> .....	54
TABELA 24 – Percentagem de <i>inputs</i> directos e indirectos em função do total de <i>inputs</i> para as duas culturas .....	54
TABELA 25 – Percentagem de <i>inputs</i> directos e indirectos em função do total de <i>inputs por</i> modalidade ( <i>Lactuca sativa</i> ) .....	55
TABELA 26 – Percentagem de <i>inputs</i> directos e indirectos em função do total de <i>inputs por</i> modalidade ( <i>Thymus zygis</i> ) .....	55
TABELA 27 – <i>Outputs</i> para as duas culturas (MJ) .....	56
TABELA 28 – Balanço energético nas duas culturas (MJ) .....	56
TABELA 29 – Eficiência energética por cultura por modalidade .....	57

---

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> – Comparativo do consumo energético entre 1992 e 1999 para o Oeste Europeu, CEE e Europa de Leste e Ásia Central.....	1
<b>Figura 2</b> – Importação média de fertilizantes (kg ha <sup>-1</sup> ) .....	2
<b>Figura 3</b> – Consumo energético mundial no período 1860-1990 .....	3
<b>Figura 4</b> – Energia consumida em explorações agrícolas nos EUA para o ano de 2002, total = 1,7x10 <sup>24</sup> BTU .....	4
<b>Figura 5</b> – Paisagem rural .....	8
<b>Figura 6</b> – Alface tipo “batavia” .....	13
<b>Figura 7</b> – <i>Thymus vulgaris</i> L. ....	15
<b>Figura 8</b> – Vermicomposto .....	20
<b>Figura 9</b> – Aspecto de plântulas de <i>Lactuca sativa</i> para vasos de 2 L após a transplantação .....	27
<b>Figura 10</b> – Plantas de <i>Thymus zygis</i> germinadas após 9 semanas (Nov. 2008) .....	29
<b>Figura 11</b> – Planta de <i>Thymus zygis</i> da modalidade O 100 após 13 semanas de germinação (Março de 2009) .....	29
<b>Figura 12</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a percentagem de matéria orgânica .....	35
<b>Figura 13</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a percentagem de matéria mineral .....	36
<b>Figura 14</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a percentagem de matéria seca .....	37
<b>Figura 15</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a densidade real .....	38
<b>Figura 16</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a densidade aparente seca .....	38
<b>Figura 17</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e o espaço poroso total .....	39

<b>Figura 18</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a produção de <i>Lactuca sativa</i> (peso fresco) (1. <sup>a</sup> campanha) .....	42
<b>Figura 19</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a produção de <i>Lactuca sativa</i> (2. <sup>a</sup> campanha). .....	43
<b>Figura 20</b> – Plantas de <i>Lactuca sativa</i> produzidas por cada uma das modalidades em estudo no final do ensaio (Maio de 2009) .....	43
<b>Figura 21</b> – Distribuição das eficiências do uso de água de rega pelas modalidades ( <i>Lactuca sativa</i> ) .....	44
<b>Figura 22</b> – Relação entre a percentagem de vermicomposto e a parte aérea .....	46
<b>Figura 23</b> – Plantas de <i>Thymus zygis</i> no final do ensaio (Abril de 2009) .....	47
<b>Figura 24</b> – Distribuição das eficiências do uso de água de rega nas modalidades ( <i>Thymus zygis</i> ) .....	48

## **Índice de Símbolos e Abreviaturas**

BTU – British Thermal Unit

CDCTPV – Centro de Desenvolvimento de Ciências e Técnicas de Produção Vegetal

CEE – Comunidade Económica Europeia

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

CTC – Capacidade de troca catiónica

dap – Densidade aparente

dap<sub>s</sub> – Densidade aparente seca

dr – Densidade real

EECCA - Eastern Europe, Caucasus and Central Asia

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

EUA – Estados Unidos da América

g – Grama

GPL – Gases Parcialmente Liquefeitos

ha – Hectare

kg – Kilograma

kPa - Kilopascal

MJ - Megajoule

MM – Matéria mineral

MO – Matéria orgânica

OCDE – Organization

PAC – Política Agrícola Comum

ROB – Resíduos Orgânicos Biodegradáveis

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

t - Tonelada

V – Vermicomposto

UE – União Europeia

## **Agradecimentos**

Os meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a execução deste Projecto, pois sem eles, tudo se afiguraria mais difícil. Este trabalho tem, em parte, um pouco de cada um deles.

Aos meus pais e irmãos, à Sónia, aos meus orientadores de Mestrado – o Prof. Doutor Pedro José Correia e o Prof. Doutor Mário Reis pela sua sempre compreensão e disponibilidade e também à Professora Maribela Pestana.

Um especial agradecimento à Ana pela sua constante amabilidade e a todos os colaboradores do CDCTPV, em particular à Teresa Saavedra e à Florinda Gama por me terem acolhido e demonstrado paciência e cordalidade.

Agradeço particularmente à empresa Dandlen & Vasques, Lda pelo fornecimento das sementes de *Thymus zygis*.

Agradeço ainda à Luísa pela ajuda prestada no laboratório de solos.

Votos sinceros de sucesso pessoal e profissional para todos os que aqui mencionei, pedindo desculpa aos que, por falha ou mero esquecimento, não mencionei.

Não um adeus, mas sim um até já.

## **Resumo**

Água e nutrientes são vistos como factores abióticos de produção em qualquer ecossistema agrícola sendo a gestão primordial para a sua sustentabilidade.

Uma eficiente gestão destes factores, permite não só ganhos sob o ponto de vista ambiental e económico, como também um controlo efectivo sobre a qualidade dos produtos que pode ter evidentes reflexos nos rendimentos das explorações. Estas preocupações estão também presentes em modos de produção de baixo *input* para culturas hortícolas e a utilização de substratos orgânicos alternativos é um requisito importante nestes sistemas.

Embora existam muitos dados sobre a produtividade primária na agricultura biológica vs convencional é particularmente interessante quantificar as diferenças entre os fluxos energéticos dos dois sistemas.

De um modo geral, os dados indicam que os sistemas em modo de produção orgânico são mais eficientes energeticamente, embora menos produtivos em termos agronómicos. No entanto se se apostar na diversidade e multifuncionalidade de culturas como o futuro para a ocupação do solo e do espaço rural valorizando-se os resíduos orgânicos produzidos na própria exploração em particular nas zonas marginais, existe um conhecimento de base que deve ser adquirido. Deste modo, foi de todo o interesse o estudo para cada cultura entre o modo de produção convencional (substrato turfa) e o modo de produção orgânico (substrato vermicomposto) em culturas cujo *output* final seja completamente distinto, como por exemplo uma cultura hortícola e uma espécie cultivada para a extracção de óleos.

Utilizou-se para o efeito a alface tipo “batavia” (*Lactuca sativa*) como cultura hortícola e tomilho (*Thymus zygis*) como cultura energética com potencial para extracção de óleos essenciais.

A análise da eficiência energética passa por fornecer os parâmetros necessários para medir, interpretar e subsidiar medidas de apoio à gestão sustentável do espaço rural, sendo de suma importância para a resolução da eficiência no aproveitamento da energia num ecossistema agrícola numa perspectiva de produção de culturas eficientes.

Assim, a abordagem proposta nesta Dissertação poderá fornecer indicações sobre as vantagens e desvantagens de cada uma dos binómios cultura/substrato, para uma gestão e ocupação do solo no espaço rural após os resultados obtidos.

***Palavras-chave:*** *sustentabilidade; gestão energética; cultura eficiente; espaço rural.*

## **Abstract**

Water and nutrients are seen as abiotic factors of production in any agricultural ecosystem and its management vital for its sustainability. Efficient management of these factors, it not only gains in terms of environmental and economic, but also effective control over the quality of products that can have obvious impact on income from farming. These concerns are also present in the organic production of horticultural crops and the use of alternative organic substrates is an important requirement in these systems.

Although there are many data on primary productivity in organic farming vs. conventional production is particularly interesting to quantify the differences in energy flows between the two systems. Overall, the data indicate that the systems in organic farming is more energy efficient, but less productive in agronomic terms. However if you bet on the diversity of cultures and the future for the occupation of land and the countryside, appraising the organic waste produced on-farm, particularly in marginal areas, there is a knowledge base that must be acquired.

Thus, it is of great interest to the study for each crop between the conventional method of production (peat) and organic production (wormcompost) in cultures whose final output is completely different, such as a vegetable crop and a species cultivated for the extraction of oils. The energy management in agricultural ecosystems through the balance between the entries, these are means, methods of fertilization and labor-human as well as the outflow of energy such as biomass produced.

The analysis also allows energy to understand and estimate the energy values entered in a system and identify the points of energy expenditure and the components can be replaced by others of greater efficiency (Comitre, 1993).

The energy crisis makes it necessary to include the consumption of fossil fuels and their derivatives.

This demand has become urgent, also in agriculture, for which there should be that increases in productivity can no longer be supported by unlimited energy availability.

Nelson Lourenço, Janeiro de 2010

Mestrado em Gestão Sustentável dos Espaços Rurais

XIII

The analysis of energy efficiency is to provide the necessary parameters to measure, interpret and support measures to support sustainable management of land, being of great importance for the resolution of energy efficiency in an agricultural ecosystem, therefore, the approach proposed in this work could provide information on the advantages and disadvantages of each of the twin culture / substrate, a management and occupation of land in rural areas in a view to efficient crop production.

***Keywords:*** *sustainability, energy management, efficient culture, rural areas*