



Instituto Politécnico de Santarém

Escola Superior Agrária de Santarém

“Mentha x piperita L.”

**Avaliação do seu cultivo em solos arenosos e em canteiros
arroz.**

**Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em
produção de plantas aromáticas e medicinais**

Manuel Agostinho Tomé Fernandes

Orientador

Prof^o Doutor
Artur José Guerra Amaral
Co-orientadora
Prof^a Doutora

Margarida Alexandra Patrício Goulart de Medeiros

Novembro 2013



Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior Agrária de Santarém

“Mentha x piperita L.”

**Avaliação do seu cultivo em solos arenosos e em canteiros
arroz.**

**Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
em produção de plantas aromáticas e medicinais**

Manuel Agostinho Tomé Fernandes

Orientador
Prof^o Doutor
Artur José Guerra Amaral
Co-orientadora
Prof^a Doutora
Margarida Alexandra Patrício Goulart de Medeiros

Agradecimentos

Ao Prof. Doutor Artur Amaral pela orientação, conselhos, incentivo, força, esperança transmitidos durante esta etapa.

À Prof^a. Doutora Margarida Goulart de Medeiros pela co-orientação, disponibilidade, paciência e pelos seus ensinamentos, principalmente na prática laboratorial.

À Prof^a. Doutora Ana Maria Ambrósio Paulo pela orientação e ajuda preciosa no tratamento de dados.

À Prof^a Doutora Natália Gaspar, a título póstumo, primeira coordenadora do mestrado “Produção de Plantas Medicinais e para Fins Industriais” ESAS 2009, pelo seu empenhamento, dedicação e competência na sua organização.

A todos os professores deste curso de mestrado, pelos conhecimentos transmitidos.

A todos os colegas deste curso, pela amizade demonstrada.

Aos meus pais pela colaboração nas tarefas de campo.

À minha família pelo incentivo que sempre me deram e pela compreensão do tempo que não pude estar na sua companhia.

A todos, mesmo não referenciados, que de uma forma ou de outra possam ter contribuído, para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida

MUITO OBRIGADO.

Resumo

A utilização de plantas medicinais tem contribuído para a pesquisa em áreas muito diversificadas da saúde humana, nomeadamente, na descoberta de novas substâncias químicas. Em Portugal tem-se registado, nos últimos anos um forte interesse e incremento do cultivo das plantas aromáticas e medicinais, no entanto, são escassos os estudos agronómicos relativos ao seu cultivo nos sistemas de produção do nosso país.

A presente dissertação visou alcançar dois objectivos principais: num primeiro campo, localizado em plena “charneca ribatejana” e tendo por base a tecnologia da armação do solo em camalhão elevado e cobertura com filme de plástico negro, praticada na região na cultura do morango, instalou-se um ensaio visando avaliar o efeito da dotação de rega e densidade de plantação na produção de biomassa e rendimento de óleos essenciais em hortelã-pimenta (*Mentha x piperita L.*); num outro campo, outrora utilizado no cultivo de arroz em canteiros, localizado no vale da ribeira de Muge, Herdade dos Gagos, instalou-se um outro ensaio visando o estudo da adaptação da mesma espécie a este sistema de cultivo.

O primeiro campo foi instalado em Paço dos Negros, em solo de textura arenosa, entre Abril e Novembro de 2011. O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: duas dotações de rega R_1 (6 340 m³/ha no total do ciclo) e R_2 (3 170 m³/ha) e duas densidades D_1 (4,6 plantas/m²) e D_2 (3,3 plantas/m²). As variáveis observáveis estudadas foram: a produção de biomassa e o rendimento do óleo essencial. A maior densidade e maior quantidade de água influenciaram positivamente a produção de biomassa (4 705 kg/ha) com um valor médio de 2 317 kg/ha. O teor

médio em óleos essenciais (1,80% MS), não foi afetado significativamente por nenhum dos fatores.

No campo da Herdade dos Gagos, conseguiu-se observar uma boa adaptação da hortelã-pimenta ao sistema de produção em canteiros outrora utilizados no cultivo de arroz (solos hidromórficos) com uma plantação em camalhões sem cobertura de solo, com uma densidade de 8 plantas/m². Neste campo obteve-se uma produção de 16 t/ha de matéria verde, 150 dias após a plantação. O teor de óleos essenciais (1,93% MS) foi ligeiramente superior ao do campo de Paço dos Negros.

Palavras-Chave: *Mentha x piperita* L.; rega; densidade de plantação; biomassa; óleos essenciais.

Abstract

The use of medicinal plants has contributed to the research in many different areas of human health, including the discovery of new chemical substances. In Portugal there has been in recent years a strong interest and increased cultivation of aromatic and medicinal plants, however, there are few studies concerning its agronomic crop production systems in our country.

This dissertation aimed to achieve two main objectives: first field, located in the middle of " Ribatejo's Heath " and based on the technology of the frame ground at high ridge and cover with black plastic film, practiced in the region on strawberry, installed an experiment to evaluate the effect of the allocation of irrigation and planting density on the production of biomass and renting of essential oils in peppermint (*Mentha x piperita L.*), in another field, once used in rice cultivation in beds, located in the valley of the river Muge, "Herdade dos Gagos", settled another test for the study of the adaptation of the same species in this culture system.

The first course was installed in Paço dos Negros, in sandy soil, between April and November 2011. The experimental design was a split plot with four replications. The treatments were two irrigation allocations R1 (6 340 m³/ha in total cycle) and R2 (3 170 m³/ha) and two densities D1 (4,6 plants/m²) and D2 (3,3 plants/m²). Observable variables were: biomass production and yield of essential oil. The higher density and higher water positively influence the production of biomass (4 705 kg/ha) with an average of 2 317 kg/ha. The average content of essential oils (1.80 % DM) was not significantly affected by any of the factors .

In the field of “Herdade dos Gagos”, we could see a good adaptation of the mint to the production system once beds used in rice cultivation (lowlands) with a planting on ridges without ground cover, with a density of 8 plants/m². In this field we obtained a production of 16 t/ha of green matter, 150 days after planting. The content of essential oils (1.93 % DM) was slightly higher than the Paço dos Negros field.

Keywords: *Mentha x piperita L.*, watering, planting density, biomass, essential oils.

Índice geral

Agradecimentos	II
Resumo	III
Abstract	V
Índice geral	VII
Índice de figuras	X
Índice de quadros	XI
Abreviaturas e símbolos	XII
1- Introdução	1
2 - Enquadramento teórico	5
2.1 – Importância económica das PAM	5
2.1.1 – Enquadramento mundial e europeu	5
2.1.2 - O comércio mundial e europeu	5
2.1.3 - Produção de PAM em Portugal	6
2.2 - Caracterização da <i>Mentha x piperita</i> L.	12
2.2.1- Classificação taxonómica e caracterização morfológica	12
2.2.2 - Caracterização fitoquímica	13
2.2.3 - Metabolismo	14
2.3 - Utilização e propriedades biológicas dos óleos essenciais	16
2.4 - Aspectos técnico-culturais	18

2.4.1 - Plantação e condução da cultura	18
2.4.2 - Fertilização.....	18
2.4.3 - Rega	19
2.4.5 - Colheita.....	22
2.5 - Factores edafo-climaticos.....	24
2.5.1 - Luz	24
2.5.2 - Humidade.....	25
2.5.3 - Temperatura.....	25
2.5.4 - Tipo de solo	26
3 - Material e métodos.....	27
3.1 - Localização dos campos	27
3.2 - Caracterização do clima da região	29
3.3 - Caracterização dos solos	31
3.4 - Análise de solo	32
3.5 - Campo Paço dos Negros.....	33
3.5.1 - Delineamento experimental.....	33
3.5.2 - Rega	33
3.5.3 - Instalação e acompanhamento do campo experimental	34
3.5.4 - Extração óleos	35
3.6 - Campo de ensaio Herdade dos Gagos.....	39
3.6.1 - Delineamento experimental.....	39
3.6.2 - Instalação.....	39

3.7 - Análise estatística.....	41
4 - Apresentação e discussão de resultados Campo de Paço dos Negros	42
4.1 - Produção de biomassa	42
4.2 - Rendimento de óleos essenciais	47
4.3 - Resultados Campo Herdade dos Gagos	49
4.3.1 - Produção biomassa	49
4.3.2 - Rendimento de óleos	49
4.4 – Comparação dos resultados dos dois campos	50
5 - Conclusões e perspectivas futuras	51
6 - Bibliografia	53
Anexo I	60

Índice de figuras

Figura 1 - Percentagens de produção de PAM ano de 2009	7
Figura 2 - Evolução da superfície cultivada com PAM em MPB.	7
Figura 3 - Evolução do número de produtores de PAM em MPB	8
Figura 4 – Percentagem de produtores por distritos em Portugal	9
Figura 5 – Comparação do estudo de PAM (2009) e RGA (1999).	10
Figura 6 - Aspecto geral da hortelã-pimenta (<i>Mentha x piperita L.</i>).....	13
Figura 7 – Localização dos campos de ensaio na região de Almeirim.....	27
Figura 8 – Campo de ensaio localizado em Paço dos Negros.....	28
Figura 9 – Valores normais da precipitação (prec.), temperatura média (t. med), temperatura máxima,(p. pax), temperatura mínima (t. min.)	29
Figura 10 – Esquema de plantação (vista alçado).....	34
Figura 11 – Esquema de plantação (vista de planta).....	35
Figura 12 - Laboratório ESAS – Pormenor do aparelho Clevenger.....	36
Figura 13 – Preparação das amostras para extração	37
Figura 14 – Pormenor da armação do solo no campo da Herdade dos Gagos	39
Figura 15 – Esquema de plantação (vista de planta).....	40
Figura 16 – Média produção MV g/planta interação densidade e rega	43
Figura 17 – Média produção MV g/planta em função da densidade	44
Figura 18 – Média produção MV g/planta em função da rega	44

Índice de quadros

Quadro 1 – Classificação taxonómica da <i>Mentha x piperita</i> L.	12
Quadro 2 – Localização dos campos.....	28
Quadro 3 – Valores normais de precipitação e temperatura.....	30
Quadro 4 - Caracterização dos solos.....	31
Quadro 5 - Características físicas e químicas dos solos.	32
Quadro 6 - Delineamento experimental, tratamentos.....	33
Quadro 7 – Dotação da rega (mm), no ensaio de Paço dos Negros.....	34
Quadro 8 – Quantidade e composição dos fertilizantes aplicados.	35
Quadro 9 - Tabela ANOVA da análise da produção de biomassa.....	43
Quadro 10 - Média do peso verde (g/planta) para os factores R1-R2-D1-D2 ...	45
Quadro 11 - Tabela ANOVA relativa à variável teor de óleos essenciais.	47
Quadro 12 - Média da % de OE para 2 níveis de rega e 2 densidades	48
Quadro 13 - Produção de matéria verde e % óleos essenciais	50
Quadro 14 – Produção de biomassa por planta (g).	60
Quadro 15 – Produção biomassa média g/planta.....	61
Quadro 16 - Rendimento de OE em função da densidade e rega.....	62
Quadro 17 – Rendimento OE - interacção de factores.	62

Abreviaturas e símbolos

° C	Graus centígrados
D	Densidade de plantação
D ₁	Densidade 4,6 plantas/m ²
D ₂	Densidade 3,3 plantas/m ²
DAC	Dias após o corte
DAP	Dias após a plantação
GPP	Gabinete de Políticas e Planeamento
h	Hora
ha	hectare
Lat	Latitude
Lon	Longitude
m	Metro
MPB	Modo de produção biológica
MS	Matéria seca
MV	Matéria verde
OE	Óleos Essenciais
PAM	Plantas Aromáticas e Medicinais
Plt.	Planta
R	Rega
R ₁	Dotação de rega de 634 mm
R ₂	Dotação de rega de 317 mm
t	tonelada
UE	União Europeia

1- Introdução

A utilização de plantas para fins medicinais tem contribuído ao longo dos tempos para pesquisas na área da saúde humana. As plantas medicinais têm vindo a ser utilizadas na síntese e pesquisa de novas substâncias, que isoladas ou associadas têm vindo a ser utilizadas quer nas terapias quer na preparação de medicamentos.

A investigação está a trabalhar na identificação e formas de cultivo destas plantas com potencial terapêutico, além de tentar conhecer o seu uso apropriado quanto à sua indicação, posologia, limitações e riscos de utilização. Um exemplo disto é a procura de novas fitoterapias, para minimizar os efeitos secundários e os altos custos do tratamento com medicamentos.

A crescente procura de plantas aromáticas e/ou medicinais destinadas à indústria farmacêutica, cosmética e alimentar, irá incentivar o seu cultivo, podendo ser uma alternativa muito interessante às culturas tradicionais. A procura na medicina popular de fontes naturais para prevenção e tratamento das doenças da civilização, entre elas a diabetes, o colesterol e as doenças cardiovasculares, vem sendo cada vez mais intensificada.

A cadeia de produção deste tipo de plantas é complexa, pois para além do seu cultivo, inclui igualmente a secagem, o armazenamento e comercialização.

O sector das plantas aromáticas e medicinais em Portugal, é actualmente um sector em elevada expansão, embora algumas das plantas deste tipo sejam ainda provenientes de produções internacionais (Oztekin & Martinov, 2007).

O maior problema referente ao uso de plantas medicinais, está na intensificação da cultura como resposta às necessidades de grandes quantidades de material

vegetal para a indústria, de modo que não seja destruído o património genético existente nos diversos ecossistemas (Cunha *et al.*, 2009).

Assim sendo, o crescente aumento de factores de produção na agricultura, tem vindo a provocar como consequência, a degradação dos solos, da biodiversidade e recursos hídricos. A degradação originada por este modelo de exploração do solo apela a existência de alternativas tecnológicas, que se baseiam em processos ecológicos e sustentáveis (Tavares & Tessier; 2009).

Com o desenvolvimento das actividades económicas, o património natural está submetido a uma pressão cada vez maior. As novas tecnologias e o desejo de maximizar o rendimento e minimizar os custos de produção provocaram uma marcada intensificação da agricultura nos últimos anos. A tomada de consciência de que essa intensificação representa uma ameaça para a variedade da paisagem e consequente biodiversidade, conduz ao desenvolvimento de sistemas de produção agrícola que, por um lado, sejam ambientalmente sustentáveis e, por outro, sejam suficientemente rentáveis para o agricultor, para que não abandone esta actividade, correspondendo ainda às exigências dos consumidores que desejam consumir produtos mais saudáveis.

Em Portugal regista-se nestes últimos anos um forte interesse e incremento do cultivo das plantas aromáticas e medicinais, no entanto, são escassos os estudos agronómicos relativos á adaptabilidade aos sistemas de produção do nosso país.

O presente trabalho de dissertação visou alcançar dois objetivos principais:

- ✓ Avaliar o efeito de duas dotações de rega e duas densidades de plantação na produção e biomassa e teor de óleo na hortelã-pimenta, num regossolo (FAO, 1978);

- ✓ Avaliar a adaptação do cultivo da hortelã-pimenta ao sistema de cultivo em canteiros, utilizados anteriormente na cultura do arroz.

Para se alcançarem estes objetivos instalou-se um primeiro campo, localizado em plena “charneca ribatejana”, tendo por base a tecnologia da armação do solo em camalhão elevado e cobertura com filme de plástico negro, praticada na região na cultura do morango.

Num outro campo, localizado no vale da ribeira de Muge, o estudo visou a adaptação da mesma espécie a um sistema de cultivo anteriormente praticado na região. A existência de extensas zonas abandonadas onde se produzia arroz no vale da ribeira de Muge, junto a Paço dos Negros, sem qualquer aproveitamento agrícola actualmente, poderá ser um importante recurso a utilizar no cultivo da hortelã-pimenta, em alternativa às culturas tradicionais nesta região. A possibilidade de produção em extensivo com baixo custo, dado a existência de terrenos e água, existe. No entanto, é necessário avaliar a adaptação desta cultura às condições de cultivo da região, definir a tecnologia de produção mais adequada e, em consequência, determinar a sua rentabilidade económica, com base nas produções de biomassa e óleos essenciais.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma:

- Na primeira parte, após uma introdução a enquadrar o tema da dissertação, procede-se à revisão bibliográfica, incidindo sobre a caracterização da planta objecto deste estudo, aborda-se a sua importância económica e cultural, e revêm-se os principais fatores culturais com influência na produção da biomassa e rendimento de óleos essenciais;

- A segunda parte inclui a metodologia que deu base à experimentação de campo, isto é, os materiais e métodos;
- Na terceira parte apresentam-se e discutem-se os resultados de campo dos dois campos de ensaio;
- Termina-se com as conclusões e principais perspectivas deste estudo.

2 - Enquadramento teórico

2.1 – Importância económica das PAM

2.1.1 – Enquadramento mundial e europeu

As PAM podem ser utilizadas de forma directa, no estado fresco, secas ou preparadas; de forma indirecta, como matéria-prima para a extração dos seus princípios activos, ou através da produção de óleos essenciais e outros derivados.

O mais importante mercado é a indústria, seja a alimentar, a cosmética, a farmacêutica ou a química, que utiliza as PAM sob as formas mais diversas: como matéria-prima em bruto, tais como raízes, rizomas, folhas, frutos, sementes e cascas; ou como matéria-prima para isolar substâncias activas ou extractos, isto é, bálsamos, óleos essenciais, resinas, gomas, amidos, óleos, gorduras, ceras; corantes, agentes espessantes, outros aditivos, vitaminas, proteínas, óleos de perfumaria ou conservantes (GPP, 2012).

2.1.2 - O comércio mundial e europeu

O mercado Europeu é o segundo mercado a nível mundial, a seguir aos EUA, e é ainda um mercado em crescimento, quer na farmacêutica, quer na alimentação.

O mercado da cosmética está igualmente em crescimento a nível mundial, e embora seja extremamente competitivo, a procura por produtos europeus ainda é dominante.

Outro mercado importante para as PAM é o dos óleos essenciais. A UE é um dos maiores importadores mas é um pequeno produtor e tal como para os

restantes produtos, este mercado também tem vindo a apresentar taxas de crescimento positivas e importantes nos últimos anos (GPP, 2012).

A informação estatística a nível europeu e mundial sobre as PAM não é nem abundante nem atualizada.

Segundo alguns destes estudos, o mercado mundial de PAM vale cerca de 83 000 milhões de dólares, e apresenta um crescimento constante, que pode variar entre 3% e 12% ao ano, dependendo do mercado.

Para o mercado mundial da indústria farmacêutica, incluindo medicamentos a partir de precursores à base de plantas e registados como plantas medicinais, calculou-se 44 000 milhões de dólares, com a indústria da cosmética a absorver 14 000 milhões de dólares.

O mercado europeu representava 1,2 mil milhões de euros em 2009/10. A quase totalidade deste consumo é alimentada por importações, que atingiram 1,131 milhões de € ou 420 000 toneladas em 2008, e que são lideradas pela Alemanha, seguindo-se o Reino Unido, os Países Baixos, Espanha e França.

A produção da Europa Comunitária de PAM é, pois, muito reduzida, e segundo a FAO, em 2008 o total não ultrapassaria as 120 000 toneladas. (GPP, 2012).

2.1.3 - Produção de PAM em Portugal

De acordo com Oliveira et al. (2007) a OMS definiu determinadas diretrizes para que a utilização de plantas medicinais a nível mundial fosse incrementada e, desta forma, fosse estimulada a sua produção ao nível de cada um dos países.

A realização do estudo de produção de plantas medicinais e aromáticas em Portugal, no ano de 2009, através dos dados disponibilizados pelo GPP, no que

se relaciona com os produtores deste tipo de plantas, identificou a produção da hortelã-pimenta como a terceira mais importante, logo atrás da lúcia-lima e do alecrim, (**Figura 1**) no que diz respeito á área do seu cultivo (GPP, 2009).

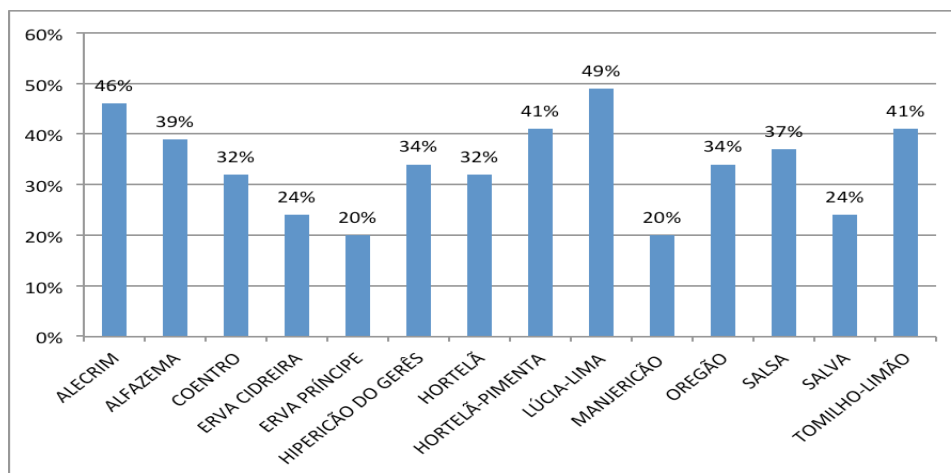


Figura 1 - Percentagens de produção de PAM ano de 2009
 Fonte: EPAM, 2009

A superfície de cultivo de plantas aromáticas (PAM) em modo de produção biológico, aumentou significativamente a partir de 2009, 1 625 ha, contra os 167 ha em 2008 (**Figura 2**).

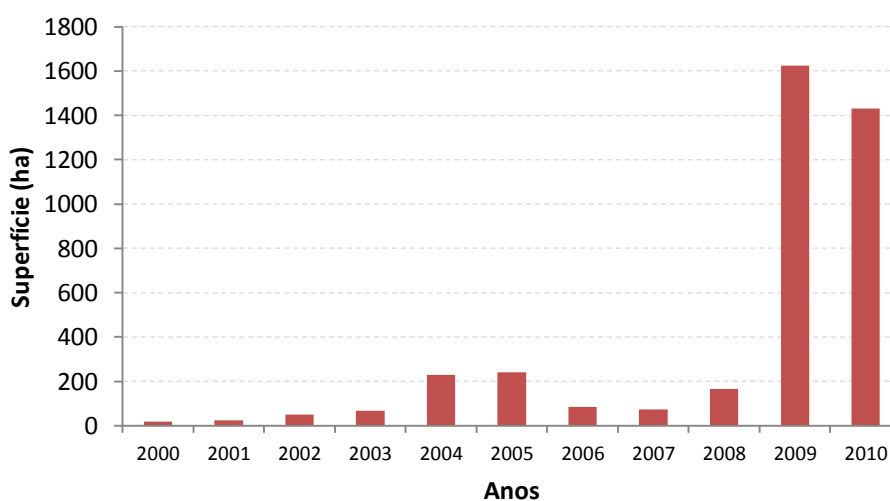


Figura 2 - Evolução da superfície cultivada com PAM em MPB.
 (Fonte: GPP, www.gpp.pt)

O número de produtores dedicados às PAM tem aumentado de um modo muito acentuado, nestes últimos anos (**Figura 3**). Em 2010, estão referenciados 173 produtores ligados a esta actividade, contra os 70 em 2009.

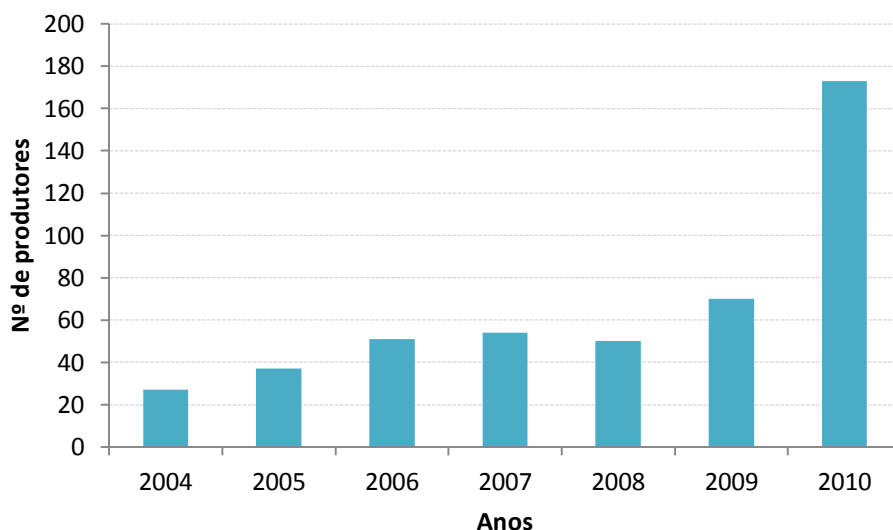


Figura 3 - Evolução do número de produtores de PAM em MPB
(Fonte: GPP, www.gpp.pt)

No que se refere aos produtores de hortelã-pimenta em Portugal no ano de 2009 foram identificados 29 produtores, distribuídos por 11 distritos. O concelho de Braga apresenta 24% de produtores, Coimbra, Évora e Santarém com 12% e Aveiro, Faro, Portalegre, Porto, Setúbal, Viana do Castelo e Viseu com 6% (**Figura 4**).

Tendo em conta as diferentes características das culturas, a localização geográfica, o clima e a dimensão das suas explorações, cada um dos produtores de plantas medicinais e aromática, desenvolveu no nosso país, um sistema de produção que é o mais adequado à actividade. Assim, segundo o EPAM (2009)

o sistema de produção mais encontrado foi a plantação em solo num sistema ao ar livre, com 76% dos produtores. Outro dos sistemas utilizados no nosso país, para este tipo de plantas, é a plantação em solo, no interior de um abrigo, usualmente estufa.

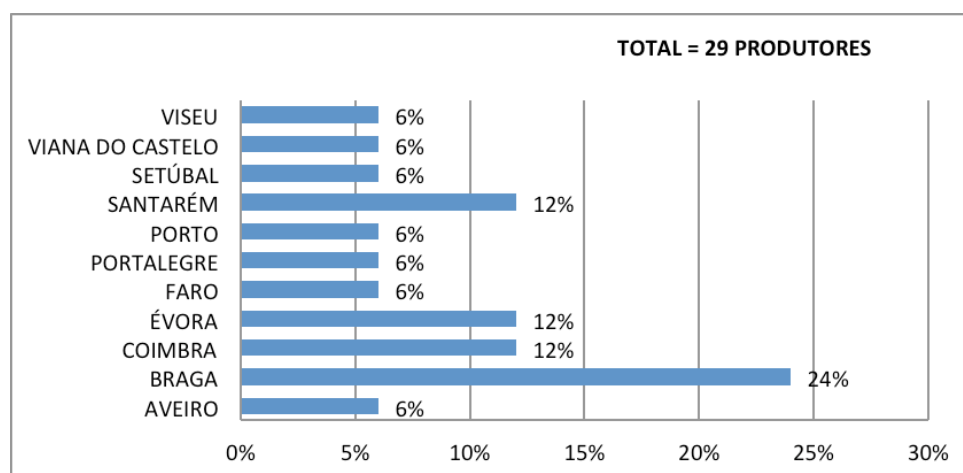


Figura 4 – Percentagem de produtores por distritos em Portugal
Fonte: EPAM, 2009

Apenas foi encontrado um produtor que instalou um sistema hidropónico. Na sua maioria, os produtores não adaptaram um único sistema de produção, mas sim vários sistemas, complementares entre si.

Todos os produtores de plantas medicinais e aromáticas, que pertencem a este estudo, apresentam um sistema de rega associado à sua produção de plantas. Assim, 73% utiliza o sistema gota-a-gota, 17% utiliza a rega por aspersão e 10% utiliza o sistema de rega por gravidade.

Quanto à utilização de água, observou-se que 83% dos produtores utilizam água que é proveniente de furo, poço ou nascente, 12% utilizam água de uma charca, e 5% utilizam água de um curso natural de água já existente (**Figura 5**).

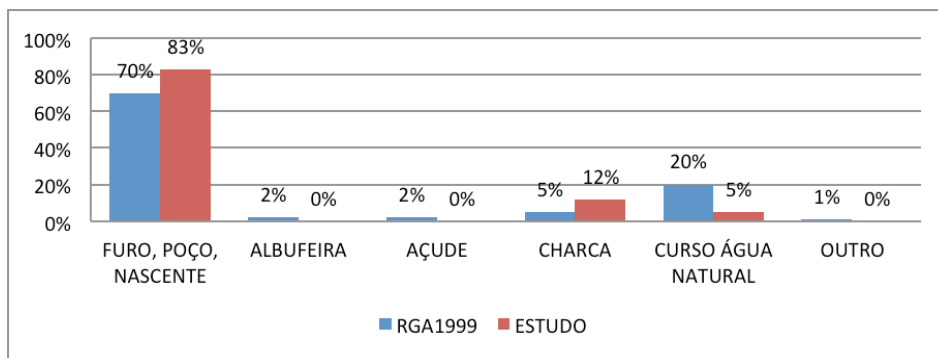


Figura 5 – Comparação do estudo de PAM (2009) e RGA (1999).
Fonte: EPAM, 2009

As conclusões do estudo identificaram o perfil padrão dos produtores de plantas medicinais e aromáticas em Portugal:

- O distrito onde se produz um maior número de espécies diferentes é Braga;
- O sistema de rega mais comum é o sistema localizado “gota-a-gota”, cuja água provém maioritariamente de furo, poço ou nascente;
- As espécies mais produzidas são lúcia-lima, alecrim, hortelã-pimenta e tomilho-limão;
- O sistema de produção mais comum é a sementeira/plantação em solo ao ar livre;

Segundo Moré-Palos (2008) as explorações em que são produzidas espécies que não se adaptam a condições edáfo-climáticas da zona, exigem uma maior dedicação de trabalho e manutenção.

O óleo essencial da *Mentha x piperita* L. é produzido em grandes quantidades na China, Índia, Inglaterra, EUA e Brasil e, é constituído por mentol, mentona e cineol.

O cultivo de plantas medicinais exige cuidados intensivos de boa gestão. As condições e duração da cultura variam de acordo com a qualidade da planta medicinal. Os planos de gestão devem ter em conta as espécies e partes das

plantas, nomeadamente, as raízes, folhas e frutos, para que possam ser recolhidas na melhor altura (Ahmad, 2003).

2.2 - Caracterização da *Mentha x piperita* L.

2.2.1- Classificação taxonómica e caracterização morfológica

A *Mentha x piperita* L., pertence à família *Lamiaceae*, (**Quadro 1**), que compreende aproximadamente 200 géneros com aproximadamente 3 200 espécies.

Quadro 1 – Classificação taxonómica da *Mentha x piperita* L.

Classificação	Descrição
Reino	Plantae
Divisão	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordem	Lamiales
Família	Lamiaceae
Género	<i>Mentha</i>
Espécie	<i>Mentha x piperita</i> L.
Nome comum	Hortelã-pimenta

As espécies de hortelã hibridizam-se facilmente entre si, motivo pelo qual, por vezes a sua identificação botânica é bastante complexa. É uma planta herbácea, rizomatosa, rasteira, com raiz de touceiras ramificadas, caule ramificado com alturas variadas, de 15 cm até um metro, folhas opostas verdes, ovaladas, rugosas e aromáticas, flores branco violáceas, contidas em pequenos glomérulos terminais e frutos, tipo aquénio (**Figura 6**).



Figura 6 - Aspecto geral da hortelã-pimenta (*Mentha x piperita* L.).

2.2.2 - Caracterização fitoquímica

Os óleos essenciais são misturas complexas e altamente variáveis de constituintes que pertencem essencialmente a dois grupos químicos: os terpenóides e os compostos aromáticos (Aflatuni, 2005).

A *Mentha x piperita* L. deve conter 1 a 4 % (MS) óleo essencial, cujo principal constituinte é o mentol (35-55%), mentona (10-30%), isomentona, mentofurano, cineol, limoneno, carvona e pulegona, flavonóides, taninos (6-12%), triterpenos e resinas (Cunha *et al.* 2011).

Para Monteiro (2009) o óleo essencial de hortelã-pimenta deve ter pelo menos 50% de mentol.

O óleo essencial deve estar presente nas folhas secas numa concentração de 1,5-3,5%, deve conter 45-70% mentol e 8-24% mentona e outros componentes como: mentofurano, terpineno, pineno, limoneno, cineol, isomentona, pulegona e carvona. IENICA (2004).

Nas plantas os óleos essenciais apresentam, uma variação da sua composição e volume produzido, decorrente de alguns factores abióticos e, do seu estado nutricional (Castro *et al.*, 2007).

As propriedades medicinais das plantas são conferidas pelos óleos essenciais e pela quantidade dos seus compostos, o seu teor na planta depende do seu estado de desenvolvimento, Conceição (2009), do quimiotipo ou, dos factores abióticos aos quais a planta está submetida (Sousa, 2006).

Estes compostos são sintetizados por um conjunto de reacções químicas complexas do metabolismo secundário das plantas (Monteiro, 2009).

2.2.3 - Metabolismo

O conhecimento sobre as rotas biossintéticas e as suas interacções disponibiliza um conjunto de informações para descoberta de factores de regulação de vias que estão relacionadas com a formação do metabolito desejado. São estas informações que serão uteis na engenharia metabólica para a produção e desenvolvimento de fármacos de origem vegetal.

O desenvolvimento vegetal é influenciado por factores externos, como a luz, temperatura, gravidade, água, e/ou por factores internos, que decorrem da sua estrutura genética (Ross *et al.*, 2000).

Na produção de plantas o ganho de biomassa é geralmente, determinado pela capacidade fotossintética e disponibilidade de nutrientes (Fageria *et al.*, 1997).

O metabolismo vegetal envolve essencialmente, a biossíntese dos compostos primários e secundários. Os compostos primários existem em todas as plantas e estão directamente relacionadas com a sua vida, os compostos secundários são específicos de um grupo de plantas, relacionam-se com a capacidade de

sobrevivência num determinado ambiente, estes dois tipos de compostos estão ligados entre si, pois os metabolitos primários quando são produzidos tornam-se, numa fase posterior substratos para a formação dos compostos secundários (Moyna & Menéndez, 2001).

O óleo essencial, como produto natural encontrado nas plantas medicinais, apresenta uma composição complexa, formado por um conjunto de substâncias terpénicas que são frequentemente, encontrados em tricomas glandulares que se projectam da epiderme e atuam em defesa da planta (Taiz & Zeiger, 2004; Turner *et al.*, 2000).

Para Brun & Voirin (1991) existem três tipos de tricomas que estão presentes nas folhas do género de *Mentha*, nomeadamente, os tricomas não glandulares, glandulares capacitados e tricomas glandulares peltados. Segundo Turner *et al.* (2000) e Monteiro, (2009) a síntese e armazenamento dos compostos do óleo essencial de menta ocorrem nos tricomas peltados, os quais apresentam mais células apicais que os capacitados.

Nas *Lamiaceae*, o óleo essencial, acumula-se em glândulas, na epidérmica das folhas, caules e estruturas reprodutivas (Gershenzon *et al.* 2000).

2.3 - Utilização e propriedades biológicas dos óleos essenciais

A hortelã é utilizada em muitos tipos de indústrias: alimentar, cosmética, de higiene pessoal e medicinal. Uma outra área de aplicação da hortelã é ao nível culinário onde a mesma acompanha saladas, tempero de carnes e peixe, sopas, bebidas e chás.

A espécie *Mentha x piperita* L. (Hortelã) é utilizada na medicina popular para combater a fadiga geral, atonia digestiva, gastralgia, cólicas entre outras doenças.

O óleo essencial da menta apresenta várias propriedades farmacológicas: antiespasmódica, anti-inflamatória e antiviral, calmante, estimulante, carminativa e digestiva, utilizado mais frequentemente na forma de infusão. São conhecidas também a sua utilização para a flatulência, timpanite, catarros, vómitos, problemas do fígado, antisséptico, cólicas, insónia, dores de cabeça e musculares e actividade fungicida (Conceição, 2006).

De acordo com Cunha *et al* (2011) o óleo essencial de hortelã-pimenta exerce várias acções farmacológicas, entre as quais: espasmolítica sobre o aparelho digestivo, colérica e carminativa. Exerce também um efeito descongestionante nasal, expectorante e anti-reumático.

Uma grande parte dos medicamentos actualmente comercializados deriva de fontes naturais, de forma directa ou indirecta. Nos últimos anos houve um crescimento no desenvolvimento e utilização de medicamentos de origem natural, nomeadamente, na forma de fitoterápicos ou medicamentos alopáticos. A utilização de óleos essenciais como agentes medicinais é conhecida desde a antiguidade, isto porque existem registos de seis mil anos atrás, entre os Egípcios, através de práticas religiosas que estão associadas à cura dos males,

às funções da realeza, bem como da procura de bem-estar físico, através de aromas obtidos de partes específicas de alguns vegetais como as resinas, folhas, flores, sementes. Estas substâncias aromáticas eram igualmente, populares nas antigas China e Índia, 100 anos antes de cristo, incluídos em incenso, poções e vários tipos acessórios.

Foi somente a partir da idade média, e, através do processo de destilação, que se iniciou a comercialização de materiais aromáticos Tyrrel (1990). A obra que contém referências importantes para o uso médico de ervas e óleos de sementes aromáticas, o Krauterburch, foi publicado no ano de 1551, por Alan Loncir.

Entre as outras actividades farmacológicas específicas descritas para os óleos essenciais, é importante salientar as actividades inibidoras do crescimento de células neoplásicas (Siani et al., 1999; Saens et al. 1996).

Na área farmacêutica o óleo essencial da *Mentha x piperita* L. tem vindo a demonstrar efeitos antivirais contra o vírus herpes simples tipo 1 e 2 (HSV-1 e 2) (Scuhmacher et al., 2003).

2.4 - Aspectos técnico-culturais

2.4.1 - Plantação e condução da cultura

Todas as espécies de hortelã são facilmente cultiváveis e multiplicam-se pela divisão dos rizomas; podem ser plantadas em qualquer época do ano, no entanto, o melhor período é na primavera ou no outono, a colheita deve ser realizada a partir do quarto mês após a plantação ou ao terceiro mês após o corte (Sousa, 2006).

O compasso de plantação da menta deverá ser de 0,25 a 0,30 m na linha e de 0,60 a 0,80 m na entrelinha; Fernandez-Pola (2001), ou no espaçamento 0,6m x 0,4 m segundo Conceição (2006), ou no espaçamento de 0,30 x 0,60 m (Sousa, 2006).

Com um espaçamento de 0,30 x 0,50 m em plena floração obtém-se a maior quantidade biomassa e maior percentagem de mentol, no entanto o maior rendimento de óleo foi obtido entre 80 e 95 (DAP) dias após a plantação, no espaçamento de 0,30 x 0,60 m. A maior densidade de plantas tem um efeito positivo sobre a produção de biomassa e o teor de óleo essencial (Monteiro, 2009).

2.4.2 - Fertilização

A fertilização pode ser química ou orgânica, apresentando vantagens e desvantagens na sua utilização. A fertilização orgânica fornece nutrientes para as plantas e melhora as condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumenta a retenção de água, reduz as perdas de erosão, regula o pH e aumenta a disponibilidade de nutrientes, a sua maior desvantagem é o seu custo elevado (Freire, 2004); (Miyasaka *et al.*, 1997).

O fertilizante orgânico, pode contribuir de forma positiva, para a produção de biomassa e de princípios activos (Chaves, 2002).

O adubo orgânico para além da sua função fertilizante, melhoradora e condicionadora do solo, combina-se com o manganês, alumínio e ferro, no sentido de reduzir ou neutralizar os efeitos tóxicos destes elementos, quando estão em excesso no solo (Miyasaka *et al.*, 1997).

Zhelijazkov & Margina (1996) realizaram um estudo de avaliação com a aplicação de quatro níveis crescentes de N, P e K no desenvolvimento de cinco cultivares de *Mentha* e, verificaram que o comprimento da parte aérea, o rendimento de óleo essencial e a ramificação das plantas aumentaram com o aumento dos níveis de fertilização.

No que se relaciona com o Fósforo, Mairaptyan *et al.* (1999) referem que a hortelã exige maior quantidade deste elemento para maiores rendimentos de óleo essencial.

2.4.3 - Rega

É fundamental o desenvolvimento de estudos e tecnologias que permitam prever as quantidades de água que são necessárias nos vários tipos de solos, climas e culturas. Existe pois, sinergismos entre as temáticas de fisiologia vegetal, os solos, a climatologia e a hidráulica, quando da projecção, elaboração e implementação de sistemas de rega.

Para Tanner e Sinclair, (1983); Montteith, (1990); Steduto *et al.*, (2006) reduzir a quantidade de rega é dizer que se deve reduzir a evapotranspiração, sem prejudicar a produção.

A prática da rega iniciou-se ao mesmo tempo que o início da agricultura, nomeadamente, junto a cursos de água, e facilitando a derivação desta.

São várias as classificações dos sistemas de rega, dividindo-se em dois grupos, a rega por gravidade e a rega por pressão. Na rega por gravidade agrupam-se processos de rega tradicionais, sem controlo de dotação ou tempo de rega, nomeadamente, as regadeiras de nível e inclinadas, os sulcos, as caldeiras e os canteiros. Na rega sob pressão, estão incluídos a rega localizada e a rega por aspersão (Fererres & Soriano, 2007).

O aperfeiçoamento da rega gota-a-gota teve lugar no início da década de 1960 e a mini-aspersão alguns anos mais tarde em Israel e na África do Sul, desde então, a rega localizada tem-se expandido por todo o globo e a área ocupada aumentou de cerca de 85 mil hectares, em 1974, para alguns milhões, em cerca de 20 anos (Raposo, 1996).

Segundo Varennes (2003) a água disponível para plantas está relacionada com a textura do solo. Nos solos arenosos a capacidade de campo é atingida com teores de água no solo muito baixos e próximos de coeficiente de emurchecimento. Os solos argilosos apresentam teores de água no solo relativamente elevados, decorrente da maior proporção de micróporos.

A principal finalidade da rega é disponibilizar às plantas a quantidade de água necessária para equilibrar as perdas de água por evaporação directa do solo e por transpiração das plantas. Assim, a taxa de fornecimento desta água é fornecida em função de determinadas características das plantas, o seu estado de desenvolvimento, das condições climáticas e da disponibilidade de água no solo, da sua fertilidade e salinidade.

Os avanços tecnológicos têm proporcionado soluções diversas para poder modernizar a rega e melhorar os seus desempenhos. Assim sendo, a melhoria do uso da água da rega depende não só da aplicação de dotações de rega adequadas e da sua correspondente duração, mas igualmente, dos desempenhos do sistema de rega que são instalados nas parcelas, nomeadamente, na uniformidade de distribuição e capacidade efectiva de controlar as alturas de água aplicadas (Pereira 2004).

A necessidade de água de uma cultura diz respeito à quantidade evapotranspirativa dessa mesma cultura, num determinado ambiente e ao mesmo tempo, recebendo os tratamentos culturais determinados.

Segundo Allen *et al.* (2006) o método prático de cálculo de evapotranspiração das culturas recorre a observações climáticas padrão e utiliza igualmente, uma estimativa. Considera igualmente, a especificidade da cultura (K_c), através de uma dupla padronização, a cultura de referência para o cálculo de ETo e a cultura em causa, tendo em conta que esta é cultivada em condições favoráveis e óptimas.

O uso sustentado da água é uma prioridade, tal implica que a sua utilização na rega seja encarado na perspectiva da conservação dos recursos e do equilíbrio ambiental, recorrendo a tecnologias apropriadas, e procurando soluções economicamente viáveis e socialmente aceitáveis.

Ao nível da exploração agrícola, ocorrem dois conjuntos de tecnologias essenciais: a determinação das necessidades de água das culturas e o balanço hídrico do solo através de modelos de simulação, e a escolha e dimensionamento apropriado dos sistemas de rega, onde também a modelação constitui apoio fundamental.

2.4.4 - Principais pragas e doenças

As principais pragas que podem atacar esta cultura são: *Eriophyes menthae*, *Eriophyes menthae* Moll, *Phytaecia virgula* Charp., *Aphis menthae* Wolk., *Chrysomela, menthastré* Suff., *Longitarsus lycopi* Foudr., *Cassida viridis* Surb., *Gobaischis pallida* Hal., *Tetramorum coespitum* L., *Podagrica manetriesi* Fald., *Spilosoma menthastris* Exp., *Pyrameis cardui* L., *Dolycoris baccarum* L., *Tettigonia caudata* Ch.

De acordo com IENICA, (2004) as principais doenças referenciadas para a *Mentha x piperita* L. são: Ferrugem - *Puccinia menthae*; Verticílio - *Verticillium alba-atrum*; Antracnose - *Sphaceloma menthae*; Fungos - *Erysiphe biocellata* Ehrenb. (Mildew).

2.4.5 - Colheita

A colheita é o processo de recolha da biomassa que deve ocorrer em condições de temperatura e humidade adequadas à obtenção de um produto final de qualidade, quer se destine à obtenção de biomassa ou à extracção de óleos essenciais.

A quantidade e qualidade dos óleos essenciais da menta são influenciadas, pelas qualidades intrínsecas da própria planta, pelas condições edáfo-climáticas e agronómicas, como a idade à colheita ou a densidade (Aflatuni, 2005).

O tempo ideal para se determinar a colheita das plantas varia conforme a data da plantação, a época do ano, o clima e o destino da biomassa, extracção de óleo essencial ou utilização em seco.

De acordo com Sousa (2006), os 135 (DAP) dias após a plantação ou 120 dias após o corte (DAC), são os ideais para obtenção do máximo de produção de biomassa.

A época da floração é a melhor altura para a colheita, é onde se obtêm os teores mais elevados de óleos. A maior quantidade de mentol e mentona foi obtida no período de dias longos. Também, o número de colheitas em cada ano, influencia a produção e qualidade do óleo essencial, já que o maior teor de mentol foi obtido na primeira colheita. (Monteiro, 2009).

O cultivo industrial de plantas medicinais e aromáticas, necessitam de um processamento pós-colheita como: a secagem, o acondicionamento, a armazenagem e o embalamento (Moré-Palos 2008).

2.5 - Factores edafo-climaticos

2.5.1 - Luz

A radiação luminosa é um factor que influencia a concentração bem como a composição dos óleos essenciais. Da luz depende o desenvolvimento dos tricomas glandulares, estruturas vegetais que biossintetizam e armazenam o óleo essencial (Morais, 2009).

Para Monteiro (2009) as maiores produções de biomassa e óleos essenciais, foram obtidas quando as plantas foram expostas a mais horas de luz. Este autor verificou também que os teores de mentol e mentona são superiores no período de dias longos.

O período de dias curtos afecta negativamente a produção de biomassa e rendimento de óleos essenciais (Garlet 2007).

Para obter um bom desenvolvimento da cultura, são necessárias pelo menos 12 horas de luz diária (IENICA 2004).

Segundo Telci *et al.* (2004) as condições de radiação luminosa, nomeadamente na faixa de 9 a 11h de luz diária, associadas a temperaturas de 22° C, resultam num alto rendimento de óleo.

Segundo Oliveira *et al.* (2007) a luz afecta de forma directa, ou indirecta, a produção de biomassa, a propagação de órgãos e as vias biossintéticas dos metabolitos secundários.

Assim, as alterações nos níveis de luminosidade podem condicionar as diferentes respostas fisiológicas nas plantas e influenciar as suas características bioquímicas, anatómicas e de crescimento (Atroch *et al.*, 2001).

2.5.2 - Humidade

A hortelã-pimenta é exigente em água, requer solos permeáveis, ricos em matéria orgânica e pH neutro (Conceição, 2006).

São factores limitantes ao desenvolvimento de espécies de *mentha*, tanto as condições de falta de água, que ocorre sobretudo no período de verão, como em excesso, nos períodos de invernos (Castro, 2007).

Para um bom desenvolvimento da cultura a humidade do solo deve situar-se nos 80-90% (IENICA, 2004).

2.5.3 - Temperatura

A *Mentha x piperita* L. é uma planta cultivada preferencialmente em locais de clima temperado ou subtropical, cuja temperatura óptima de desenvolvimento está entre 18 e 24°C, mas não toleram geadas ou calor excessivo (Conceição, 2006).

As altas temperaturas influenciam positivamente a produção de biomassa, mas negativamente a produção de mentol (IENICA, 2004).

Telci *et al.* (2004) realizaram um estudo de cultivo de *Mentha x piperita* L. e obtiveram um teor médio de óleo de 1.66% com variações de 0,90 e 2,70%. As temperaturas de 21,1 °C e 22,3 °C proporcionaram plantas com mais alta concentração de óleo. Para Mitchell & Yang (1998) referido por Garlet (2007) a temperatura mínima das mentas tem um valor de 5°C, segundo os autores, as temperaturas muito elevadas, quando associadas a pouca precipitação tem como resultado a diminuição do teor dos óleos essenciais.

Por seu turno, May *et al.* (2010) refere que no inverno, as temperaturas por serem menores, causam diminuição no crescimento da planta e a redução na produção de óleo bruto e mentol.

As plantas das espécies *Mentha* são herbáceas originárias da Europa e Ásia, têm a sua zona de conforto a baixas altitudes. (Castro, 2007).

2.5.4 - Tipo de solo

Os solos ideais para o cultivo da *Mentha*, deverão ser ricos em matéria orgânica com um pH entre os 5,5 a 6,5; Castro (2007) e Conceição (2006), referem que estas plantas são exigentes em água, requerem solos permeáveis, ricos em matéria orgânica e pH neutro.

3 - Material e métodos

3.1 - Localização dos campos

Os campos localizam-se no concelho de Almeirim, (**Figura 7**) freguesia de Fazendas de Almeirim.

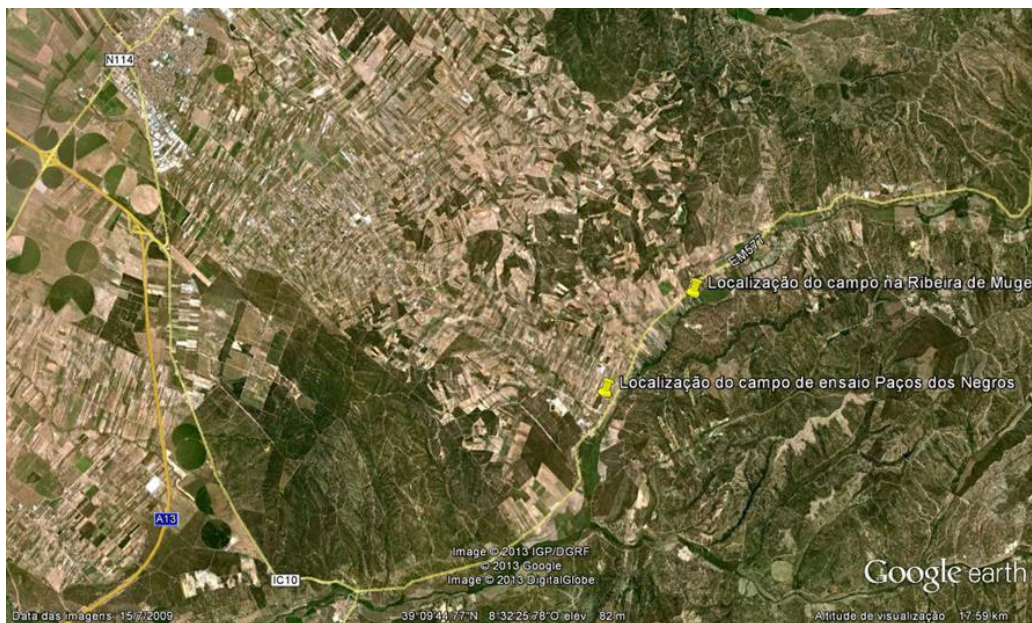


Figura 7 – Localização dos campos de ensaio na região de Almeirim
Fonte: Google Earth

O campo de terreno arenoso localiza-se em Paço dos Negros, latitude: 39° 08' 53`` N; longitude: 08° 31' 18`` W (**Figura 8**), o campo de terreno hidromórfico localiza-se na Herdade dos Gagos, latitude: 39° 09' 51`` N; longitude: 08° 30' 14`` W (**Quadro 2**).



Figura 8 – Campo de ensaio localizado em Paço dos Negros.

Quadro 2 – Localização dos campos

	Campo Paço dos Negros	Campo Herdade dos Gagos
Localidade	Paço dos Negros	Paço dos Negros
Freguesia	Fazendas de Almeirim	Fazendas de Almeirim
Concelho	Almeirim	Almeirim
Coordenadas	latitude: 39° 08' 53`` N; longitude: 08° 31' 18`` W	latitude: 39° 09' 51`` N; longitude: 08° 30' 14`` W
Altitude	50 m	50 m
Acessos	EM 577	EM 577
Área	250 m ²	150 m ²

3.2 - Caracterização do clima da região

O clima da região onde foram instalados os campos de ensaio, é caracterizado por verões quentes e secos, invernos frios e húmidos. Os meses com menor precipitação mensal média dos últimos 30 anos, são os de Junho, Julho, Agosto e Setembro com valores inferiores a 30 mm; os valores das temperaturas médias mensais máximas, mínimas e médias são as mais elevadas neste mesmo período (**Figura 9**).

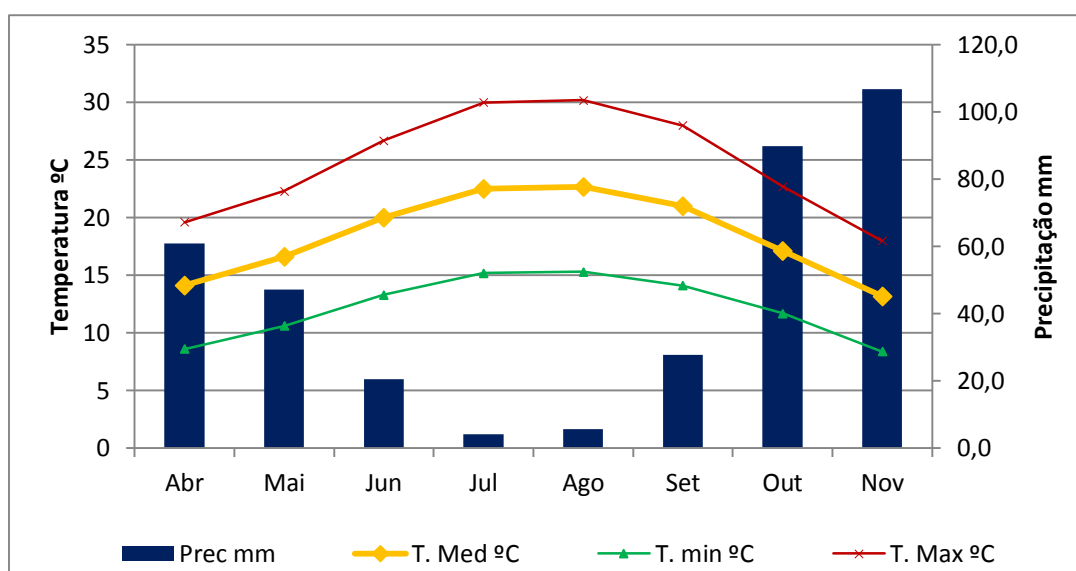


Figura 9 – Valores normais da precipitação (prec.), temperatura média (t. med), temperatura máxima, (p. pax), temperatura mínima (t. min.)

Estação: climatológica de Santarém; Número: 134; Localização: Lat.: 39°12'N; Lon.: 08°44'W; <http://www.ipma.pt>

O ensaio decorreu entre os meses de Abril e Novembro, período sobre o qual analisamos a média da precipitação mensal e a temperatura média mensal.

Os meses com maior quantidade de precipitação são: Novembro, Outubro e Abril, com 106,8; 89,9; e 60,9 mm respectivamente, Julho e Agosto foram os meses com menor precipitação 4,2 e 5,7 mm, respectivamente.

Quanto às temperaturas médias Junho, Julho, Agosto e Setembro são os que apresentam os valores mais altos 20,0; 22,6; 22,7 e 21,0 °C respectivamente, Abril 14,1° C, Maio 16,5 °C, Outubro 17,1° C e Novembro 13,2 °C são os meses com temperaturas médias mais baixas (**Quadro 3**).

Quadro 3 – Valores normais de precipitação e temperatura

	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
T. Max °C	19,7	22,9	26,9	30,1	30,5	28,5	23,4	17,9
T. min °C	8,4	10,4	13,1	14,9	15,0	14,1	11,7	8,1
T. Med °C	14,1	16,6	20,0	22,5	22,7	21,3	17,6	13,0
Prec mm	62,7	47,1	24,8	5,4	5,4	31,7	81,3	103,2

3.3 - Caracterização dos solos

Quadro 4 - Caracterização dos solos

	Campo Paço dos Negros	Campo Herdade dos Gagos
Unidade Podológica	Regossolos Psamíticos	Aluviossolos
Textura	Ligeira	Grosseira
Tipo de solo	Regossolos	Hidromórficos
Capacidade de uso	Classe C	
Profundidade	Pouco profundos	Pouco profundos
Declive	1.2.	1.2.

SROA, 1971.

Embora localizados na mesma região os solos são completamente diferentes.

O solo do campo experimental de Paço dos Negros, pertence à unidade pedológica (Ag) dos regossolos psamíticos não húmidos. Estes solos são de textura arenosa, em relação à sua capacidade de uso são de classe C e apresentam um declive de 1.2. São solos pobres em matéria orgânica e de pouca profundidade (**Quadro 4**) (SROA, 1971).

No campo experimental da Herdade dos Gagos os solos pertencem à unidade pedológica dos Aluviossolos antigos (All), associados a solos Hidromórficos de aluvião ou coluvionais de textura ligeira (cal) ou textura mediana (ca). (**Quadro 4**) (SROA, 1971).

3.4 - Análise de solo

Antes da instalação dos campos de ensaio foram retiradas amostras de solo com a finalidade de avaliar as principais características físicas e químicas (**Quadro 5**).

Quadro 5 - Características físicas e químicas dos solos.

Parâmetro	Campo de Paços Negros		Campo Herdade dos Gagos	
	Resultado	Análise	Resultado	Análise
Textura de campo	Grosseira		Grosseira	
pH	6,2		6,4	
M. Orgânica (%)	0,3	Baixa	0,9	Baixa
P ₂ O ₅ (ppm)	146	Alto	247	Muito Alto
K ₂ O (ppm)	7	Baixo	51	Médio
Ca (ppm)	411	Médio	859	Médio
Mg (ppm)	17	Baixo	71	Médio
N total (%)	0,027		0,06	
N nítrico (ppm)	4,20		4,21	

Observa-se que a textura do campo é grosseira, com um pH 6,2, apresenta baixa percentagem de matéria orgânica (0,3%), alto teor de fosforo (P₂O₅ 146 ppm); baixo teor de potássio (K₂O 7ppm); N total 2,7%; N nítrico de 4,20 ppm. É um solo pouco ácido e não calcário, baixas concentrações de matéria orgânica, potássio e magnésio e altas concentrações de fosforo.

No campo da Herdade dos Gagos, o pH é de 6,4 com textura grosseira, apresenta baixa percentagem de matéria orgânica (0,9%), muito alto teor de fósforo (P₂O₅247 ppm); baixo teor de potássio (K₂O 51ppm); N total 6%; N nítrico de 4,21 ppm. É um solo pouco ácido e não calcário, baixas concentrações de matéria orgânica, potássio e magnésio e altas concentrações de fosforo.

3.5 - Campo Paço dos Negros

3.5.1 - Delineamento experimental

O dispositivo experimental consistiu num ensaio factorial: dois factores, em quatro blocos casualizados. As parcelas experimentais foram casualizadas dentro dos blocos, de modo que ficassem distribuídos aleatoriamente os dois factores estudados: as duas dotações de rega e os dois tipos de densidades (**Quadro 6**).

Quadro 6 - Delineamento experimental, tratamentos.

Bloco 4		Bloco 3		Bloco 2		Bloco 1	
R ₂	R ₁	R ₁	R ₂	R ₁	R ₂	R ₂	R ₁
R ₂ D ₂	R ₁ D ₁	R ₁ D ₂	R ₂ D ₂	R ₁ D ₁	R ₂ D ₁	R ₂ D ₂	R ₁ D ₁
R ₂ D ₁	R ₁ D ₂	R ₁ D ₁	R ₂ D ₁	R ₁ D ₂	R ₂ D ₂	R ₂ D ₁	R ₁ D ₂

Legenda: D1: 3,3 plantas/m²; D2: 4,6 plantas/m²; R1: 6 340 m³/ha/ciclo 120 dias; R2: 3 170 m³/ha/ciclo de 120 dias

3.5.2 - Rega

O sistema de rega utilizado foi a “gota-a-gota”, constituída por furo artesiano, bomba hidráulica e fita de rega RODRIP com gotejadores espaçados 20 cm e com débito de 5 litros por metro linear por hora.

Foram definidos dos tipos de rega de modo a poder comparar, um com a quantidade de água necessária á cultura (R1) e outro em deficiência que seria metade dessa quantidade de água (R2).

Em R1 a rega foi efectuada 6 dias por semana, 2 horas dia, ou seja 6 340 mm/ciclo de 120 dias em R2 a rega foi efectuada 3 vezes por semana 2 horas dia. 3 170 mm/ciclo de 120 dias (**Quadro 7**).

Quadro 7 – Dotação da rega (mm), no ensaio de Paço dos Negros.

	Quantidade água fornecida pela rega			
	Debito	Frequência	Semana	Ciclo 120 dias (mm)
	(mm)	(semana)	(mm)	
R ₁	3,3	6 dias x 2 horas	39,6	633,6
R ₂	3,3	3 dias x 2 horas	19,3	316,8

3.5.3 - Instalação e acompanhamento do campo experimental

Iniciou-se a instalação do campo experimental neste local no dia 2 de Abril de 2011, tendo-se procedido a uma gradagem do terreno, armação do solo em camalhões.

Posteriormente foi colocada a cobertura de plástico e da fita de rega localizada “RO-DRIP” 8 com gotejadores espaçados de 20 cm.

Foram utilizadas 932 plantas de hortelã-pimenta, obtidas no viveiro da Herdade do Gamoal, com raiz protegida com turfa em tabuleiros alveolados.

Os camalhões foram revestidos com plástico preto de 1,10 m de largura, 0,30 µm de espessura. A plantação foi feita em linha dupla contínua espaçadas 30 cm, o espaçamento entre camalhões é de 1,50 m (**Figuras 10 e 11**).

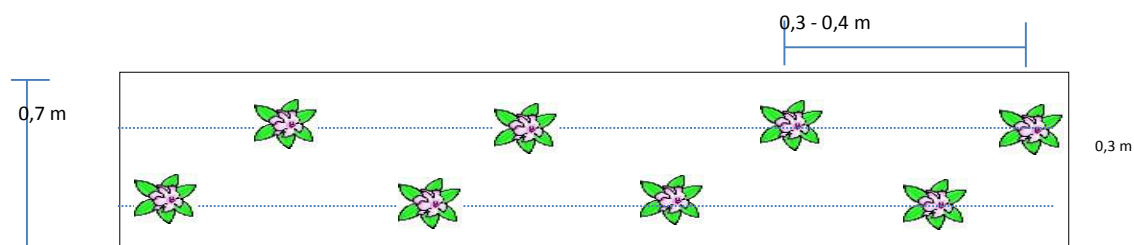


Figura 10 – Esquema de plantação (vista alçado)

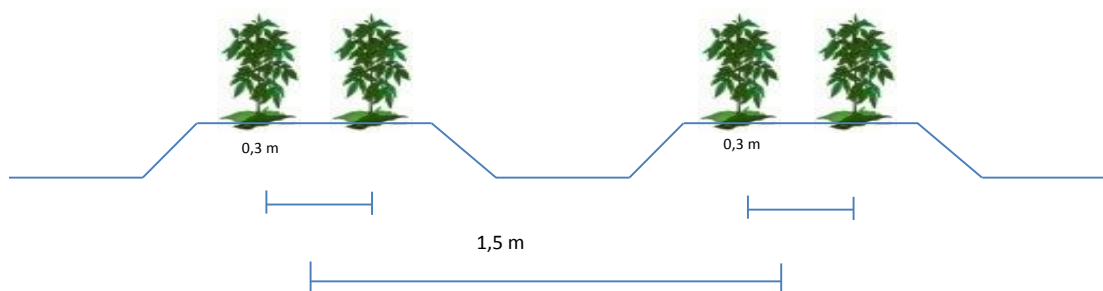


Figura 11 – Esquema de plantação (vista de planta).

Ao longo da cultura foram aplicados em fertirrigação os seguintes fertilizantes: matéria orgânica (Amisolo), 5 aplicações (100 l/ha); Nitrato amônio, 5 aplicações, 100 kg/ha; 10-10-10, 5 aplicações 100 kg/ha. (**Quadro 8**).

Quadro 8 – Quantidade e composição dos fertilizantes aplicados.

	ha	N total	N orgânico	P ₂ O ₅	K ₂ O	C orgânico	Fe	Ac. Húmico	C/N	Humidade	pH
Agrohumus	4 t	3 %	2,5 %	3 %	1 %	28,5 %	1,5 %	6 %	1/4	10 a 14 %	6
Amisolo	100 l	6 %	22 %	10 %	-	-	0,2 %	-	-	-	-
34,5-0-0	100 kg	34,5	-	0	0	-	-	-	-	-	-
10-10-10	100 kg	10	-	10	10	-	-	-	-	-	-

O controle das infestantes foi feito por monda manual nas entrelinhas dos camalhões.

3.5.4 - Extração óleos

No processo de extração de óleo essencial, podem ser aplicados diversos métodos, como a hidrodestilação, maceração, extração por solvente, enfleuragem, gases supercríticos e microondas. Dentre esses, o método mais utilizado é a hidrodestilação (Santos, 2004).

A extracção dos óleos foi realizada por hidrodestilação em que a matéria-prima vegetal foi humedecida em água, a uma temperatura de 70° C. Neste processo, evita-se a perda de compostos sensíveis a altas temperaturas, mas torna a destilação mais lenta e com menor rendimento, em relação à destilação com solventes orgânicos, trata-se de uma técnica de destilação realizada com o Clevenger, (**Figura 12**).



Figura 12 - Laboratório ESAS – Pormenor do aparelho Clevenger

Como materiais foram utilizados 2 balões 500 ml, balança de precisão, 1 pipeta 50 ml, água destilada, Epandorf, Clevenger.

As plantas foram secas, sob coberto, (sem exposição solar directa), pesadas e identificadas por lotes.

Foram retiradas subamostras, colocadas em sacos individuais e identificadas com +/- 100 g, folhas e caules.

As plantas foram cortadas em pequenos pedaços, seguidamente foram pesadas 35 g, na balança de precisão, esta quantidade foi introduzida num balão de 500 ml ao qual foi adicionado 100 ml de água destilada (**Figura 13**).



Figura 13 – Preparação das amostras para extração

Iniciou-se a destilação a uma temperatura de 70 °C durante 35 minutos.

O tempo de extração de 35 minutos que foi o tempo considerado indicado para a extração de praticamente todos os óleos.

Realizaram-se várias extrações com duração variável (20, 25,30, 35, 40 e 45 minutos) para determinar o tempo ideal de destilação e verificou-se que a partir dos 35 minutos a quantidade de óleo extraído era insignificante.

Após cada extração, mediu-se a quantidade de óleo e este foi guardado e identificado individualmente no eppendorf, com a data e o lote e armazenados no frigorífico, para posterior utilização na identificação e quantificação dos diferentes constituintes.

Dos mesmos lotes que foram utilizados para a extração dos óleos, foram retiradas amostras que foram pesadas e colocadas na estufa a 70° C até atingirem peso constante. No final as amostras foram pesadas para determinação do peso seco.

3.6 - Campo de ensaio Herdade dos Gagos

3.6.1 - Delineamento experimental

A experiência consistia em verificar a adaptabilidade da hortelã pimenta a este tipo de solos, em plantação extensiva sem cobertura de solo, no espaçamento 30x30 cm em camalhão de 1,10 m e comparar a sua produtividade e rendimento em óleos essenciais, com os resultados obtidos no campo de ensaio de Paço dos Negros.

3.6.2 - Instalação

A gradagem do terreno e a armação dos camalhões foi iniciada a 12 de Maio de 2011. Neste campo não se procedeu à aplicação da cobertura de plástico, mas colocou-se duas fitas de rega “RO-DRIP”, com gotejadores espaçados de 20 em 20 cm por camalhão (**Figura 14**).



Figura 14 – Pormenor da armação do solo no campo da Herdade dos Gagos

Os camalhões com 1,10 m de largura, 4 linhas de plantas. As estacas rizomatosas *da mentha*, com 10 cm foram plantadas a 5 cm de profundidade.

A densidade de plantação foi de 12 plantas/m linear x 6 600 m = 80 000 plantas/ha, ou seja 8 plantas/m². Utilizou-se um compasso de 0,30 m entre as linhas e 0,3 m nas linhas de plantação (**Figura 15**).

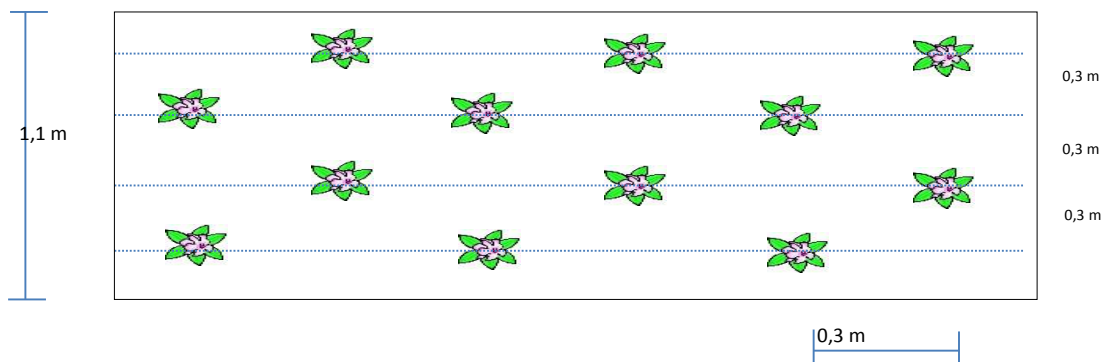


Figura 15 – Esquema de plantação (vista de planta).

As amostras para determinação da produção de biomassa foram obtidas pela colheita aleatória na parcela de 12 plantas que foram identificadas e pesadas separadamente. Destas amostras foram retiradas 3 sub-amostras para extracção dos óleos.

3.7 - Análise estatística

A análise estatística foi realizada, analisando a produção de biomassa e de óleos essenciais em função da densidade de plantação e dotação de rega, por métodos paramétricos.

Foram analisadas as médias, desvio padrão e intervalo de confiança em Excel Office 2011.

A análise estatística ANOVA foi efectuada em IBM SPSS Statistics Data Editor

20

4 - Apresentação e discussão de resultados Campo de Paço dos Negros

Como instalação de primeiro ano e dada a heterogeneidade das plantas, foi efectuado um corte em Julho, para regularização e maior homogeneidade das plantas e um segundo corte em Novembro sobre o qual foi realizado o estudo.

Para o nosso clima e segundo outras experiencias, é possível fazer durante o período Verão/Outono, dois ou três cortes: Julho e Setembro, ou Junho, Agosto e Outubro (Monteverde, 2011).

A colheita foi realizada, cortando as plantas a cerca de 10 cm do solo. A secagem foi feita sob coberto para evitar a exposição solar directa.

O corte foi realizado em Novembro, 120 dias após corte (DAC) a média por planta foi de 70 g/planta com um valor máximo de 135 g e mínimo de 33 g.

4.1 - Produção de biomassa

Analisou-se a produção de biomassa (g de matéria verde/planta e kg/ha) como variável de resposta.

Estudaram-se dois factores com dois níveis: duas dotações de rega, R1 e R2 – 50% de R1 e duas densidades de plantação D1 (4,6 plantas/m²) e D2 (3,3 plantas/m²).

Pela ANOVA conclui-se que na produção de biomassa a interacção rega x densidade (**Quadro 9**) é significativa pelo que as diferenças entre regas dependem das densidades de plantação. Mesmo assim, as diferenças entre regas são altamente significativas, não havendo diferenças entre densidade. A rega influenciou positivamente a produção de biomassa total, tal como seria de esperar.

Quadro 9 - Tabela ANOVA da análise da produção de biomassa

	Origem	SQ	gl	QM	F	Fcrit	p-value	
	Total	10980,80	15					
	Boco	3053,74	3	1017,91	6,81	6,59	0,04745	
A	Rega	2246,95	1	2246,95	335918,9	7,71	5,3E-11	***
Erro A	Bloco x Rega	598,00	4	149,50				
B	Densidade	864,61	1	864,61	2,78	6,61	0,15621	NS
AB	Rega x Dens	2663,54	1	2663,54	8,57	6,61	0,03273	**
Erro B	Residual	1553,97	5	310,79				

NS – Não significativo; ** - Significativo ($p < 0,05$); *** - Significativo ($p < 0,01$)

As comparações entre as médias do peso verde de um dado nível de rega e densidade com médias de outro nível de rega e densidade, mostram que existem diferenças significativas entre R1D1 (102 g/planta) e todas as outras combinações de RD (**Figura 16**).

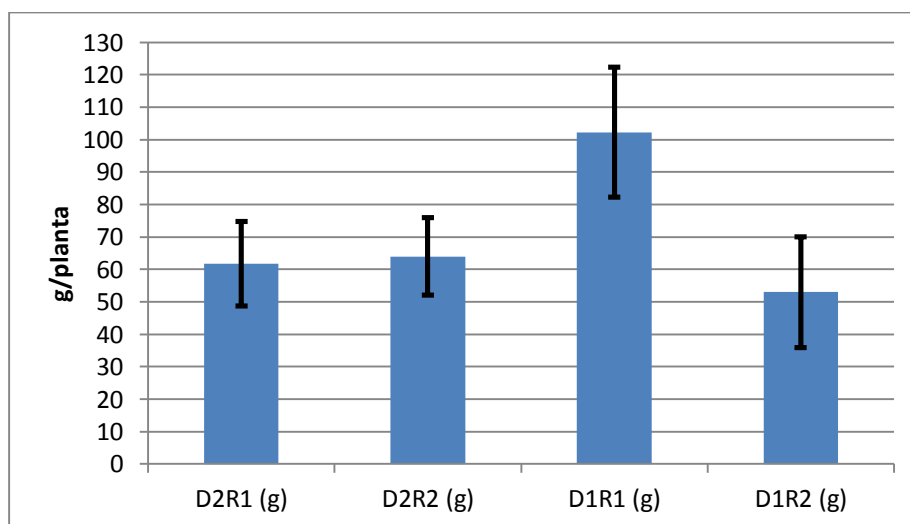


Figura 16 – Média produção MV g/planta interação densidade e rega

Comparando as médias verifica-se que com a maior densidade (D1) obteve-se maior quantidade de biomassa 77 g/planta, relativamente à menor densidade D2 62 g/planta (**Figura 17**).

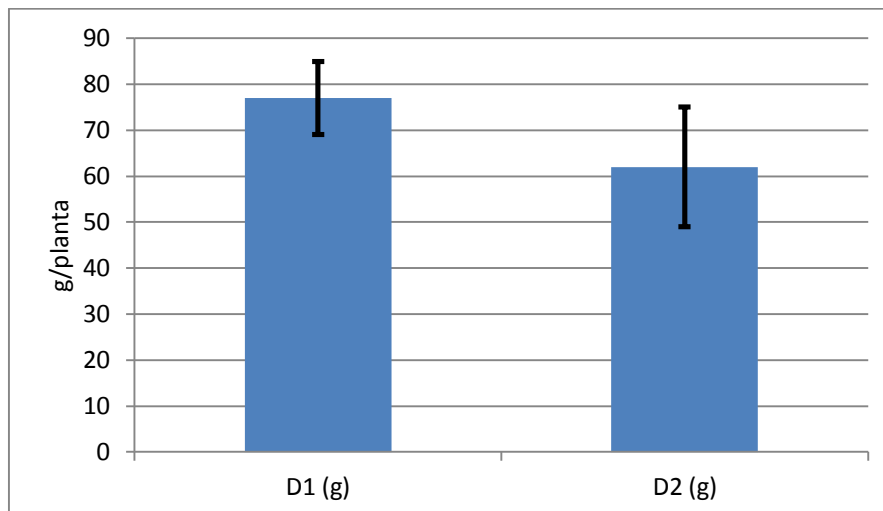


Figura 17 – Média produção MV g/planta em função da densidade

A produção de biomassa é influenciada significativamente pela rega. A média do peso verde obtido foi de 82 g/planta para R1 e de 58 g/planta para R2 (Anexo I: **Figura 18**).

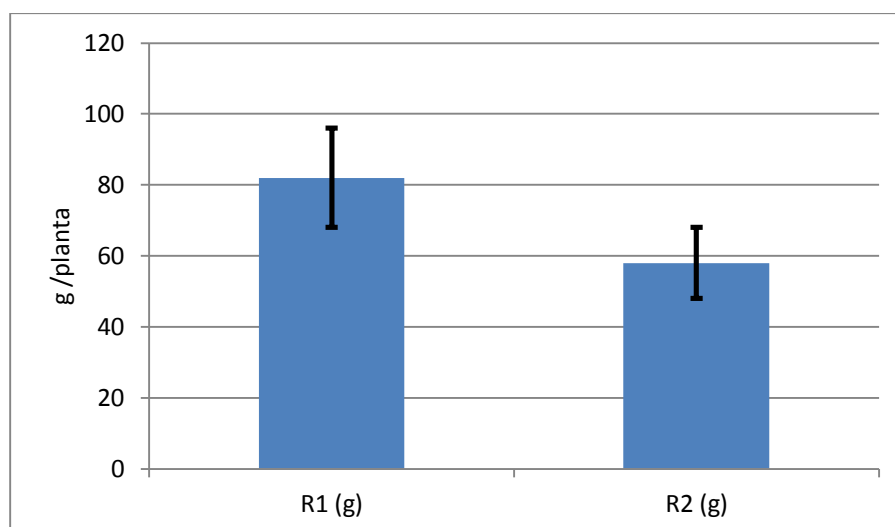


Figura 18 – Média produção MV g/planta em função da rega

Com a densidade D1 e dotação de rega R1 é possível obter 4,7 t/ha de biomassa (Quadro 10).

Quadro 10 - Média do peso verde (g/planta) para os factores R1-R2-D1-D2

		Densidade					
		D1		D2		Média	
		g/planta	Kg/ha	g/planta	Kg/ha	g/planta	Kg/ha
Rega	R1	102,3	4 705	61,8	2 040	82	2 706
	R2	52,8	2 430	63,9	2 109	58,3	1 924
Média		77,5	3 565	62,8	2 072	70,2	2 317

Erro padrão: D=4,41; R = 3,06

Será que a fertilização foi suficiente para influenciar a produção, dado o tipo de terreno no qual foi realizado o ensaio?

Provavelmente por ser um solo muito pobre, teria sido necessário adicionar uma maior quantidade de fertilizantes.

De acordo com a bibliografia a fertilização é um dos factores fundamentais na produtividade. A utilização de fertilizantes ao longo do ciclo, mais adequados à espécie e ao terreno, poderão contribuir para uma melhoria da produção.

As maiores quantidades de biomassa acumuladas são obtidas com a aplicação de 200 kg/ha de azoto e com cortes, realizados a cada 40 dias (Pinheiro et al. 2010).

Relativamente ao factor densidade, verificam-se diferenças significativas, para as densidades estudadas. Com a densidade de 4,6 plantas/m², obteve-se maior produção de biomassa 3 565 kg/ha em relação à densidade 3,3 plantas/m² 2 702 kg/ha. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por outros autores,

Halyari; Heidari, e Zehtab-Salmasi, (2008), que referem que a produção por unidade de área vai aumentando até uma densidade de 20 plantas/m².

Por outro lado, confirma-se a afirmação de Monteiro (2009) que refere que uma maior densidade de plantas tem um efeito positivo sobre a produção de biomassa.

Para Mekonnen & Kassahun (2011), a maior produção nesta espécie (15 t/ha) é alcançada no espaçamento 30 x 30 cm, aos 150 DAP. Estes dados foram obtidos em solos argilosos, com uma pluviosidade média anual de 1 880 mm as médias anuais de temperatura máxima 27,8 °C e mínima de 10,1 °C.

A rega também é um factor que contribui para o aumento da produção de biomassa, já que uma maior dotação de água permite á planta manter-se em conforto hídrico enquanto o stresse hídrico, vai influenciar negativamente o desenvolvimento e o crescimento das plantas e deste modo, a produção de biomassa.

Como é referido por vários autores, dos quais, Cunha *et al.* (2011) a humidade do solo influencia a produção de biomassa e a acumulação de óleos essenciais.

4.2 - Rendimento de óleos essenciais

Dois níveis do factor dotação de rega (R1 e R2) e dois níveis do factor densidade de plantação; D1: 46 000 plantas/ha e D2: 33 000 plantas/ha).

A interacção rega x densidade não é significativo, no rendimento de óleos essenciais pelo que as diferenças entre regas não dependem das densidades de plantação. Para as diferenças entre regas e entre densidades, o efeito dos factores também não foram significativos (**Quadro 11**).

Quadro 11 - Tabela ANOVA relativa à variável teor de óleos essenciais.

	Origem	SQ	gl	QM	F	Fcrit	p-value	
	Total	1,3121	15					
	Boco	0,7383	3	0,2461	4,131	6,591	0,1021	
A	Rega	0,1190	1	0,1190	0,007	7,709	0,9369	NS
Erro A	BlocoxRega	0,2383	4	0,0596				
B	Densidade	0,0049	1	0,0049	0,127	6,608	0,7363	NS
AB	RegaxDens	0,0182	1	0,0182	0,471	6,608	0,5228	NS
Erro B	Residual	0,1933	5	0,0387				

Para as médias do rendimento de óleos essenciais, verifica-se que para a maior densidade D1 obteve-se maior rendimento de OE, 1,81% relativamente á menor densidade D2 - 1,78%.

O rendimento de OE também não é influenciado pela rega, com uma média de 1,71% para R1 e de 1,88% para R2 (**Quadro 12**).

Quadro 12 - Média da % de OE para 2 níveis de rega e 2 densidades

		Densidade		
		D1	D2	Média
Rega	R1	1,76	1,66	1,71
	R2	1,86	1,90	1,88
Média		1,81	1,78	1,79

Erro padrão: D = 0,0492; R = 0,0610

A irrigação em deficiência hídrica diminui a produção de biomassa, mas mantém a quantidade de óleos essenciais (Okwany, 2011).

A produção de óleos essenciais varia em função da produção de biomassa e da sua concentração na planta. A sua composição é variável ao longo do ciclo bem como ao longo do dia (Sousa, 2006). A produção de óleo essencial na Índia é de 80 kg/ha (Rural tech, 2012), ou de 29 kg/ha, por corte com rendimento de 2,99 % IENICA (2004).

4.3 - Resultados Campo Herdade dos Gagos

4.3.1 - Produção biomassa

A produção média por planta de biomassa obtida foi de 208 g/planta (16 t/ha), 150 dias após a plantação (DAP).

A produção obtida foi, cerca de três vezes superior à obtida na parcela de Paço dos Negros. O corte e o processo de secagem foram idênticos ao campo da parcela de Paço dos Negros. Estes valores são próximos dos obtidos por outros autores, nomeadamente, pelos referidos por Mekonnen (2001), alcançados no espaçamento 30 x 30 cm, aos 150 DAP.

4.3.2 - Rendimento de óleos

O rendimento médio de óleos essenciais neste campo foi de 1,93%. Este valor médio resultou da extração de 3 amostras, respectivamente com 1,90%, 1,82% e 2,07% de óleos essenciais.

4.4 – Comparação dos resultados dos dois campos

Na produção em solo arenoso (Regossolo), verifica-se que independentemente dos tratamentos os valores de biomassa obtidos são inferiores em cerca de um terço aos obtidos no terreno Hidromorfo localizado no campo da Herdade dos Gagos. Se no campo de Paço dos Negros para a densidade D1 se obteve 3 565 kg/ha e para D2 se obteve 2 072 ka/ha no campo da Herdade dos Gagos a produção foi de 16 640 Kg/ha (**Quadro 13**)

No rendimento de óleos essenciais os valores são equivalentes.

Quadro 13 - Produção de matéria verde e % óleos essenciais

Produção de matéria verde e % óleos essenciais				
	Densidade	Média/plt	Mat. Verde	OE
	(plts/m ²)	(g)	(ha)	%
C. Paço dos Negros	(D1) 4,6	78	3 565	1,81
	(D2) 3,3	63	2 072	1,78
C. Herdade Gagos	8	208	16 640	1,93

5 - Conclusões e perspectivas futuras

Como resultado do trabalho experimental desenvolvido foi possível concluir que no campo de Paço dos Negros:

- Na produção de biomassa, a interacção rega x densidade é significativa pelo que as diferenças entre regas dependem das densidades de plantação;
- As diferenças entre regas são significativas, por isso a rega influenciou a produção de biomassa total no campo de Paço dos Negros;
- Observou-se que a produção de biomassa foi superior na maior densidade, estando este resultados de acordo com os publicados na bibliografia;
- A maior produção de biomassa (4,7 t/ha) foi obtida pela combinação da densidade D1 e dotação de rega R1;
- Não se verificaram diferenças significativas entre factores, e na interacção rega x densidade, relativamente à concentração de óleos essenciais;
- O rendimento de OE é idêntico para as duas densidades (D1: 1,81% e D2: 1,78%);
- Para o factor rega, o rendimento de OE foi de 1,71% para R1 e de 1,88% para R2;
- O regime hídrico e a densidade influenciam positivamente a produção de biomassa mas não a concentração de óleos essenciais.

Para se obter um incremento da produção desta espécie em solos de natureza arenosa perspectiva-se a necessidade de estudar posteriormente a fertilização em macro e micronutrientes, para além do regime hídrico em pré-colheita.

A rega em deficiência será uma técnica de gestão importante para lidar com a escassez água no futuro, associar a perda de produção de biomassa à diminuição de custos associados com a rega, com a colheita, a secagem e armazenamento, poderá ter interesse económico.

Seria de todo interessante continuar a estudar a gestão da água na cultura, ao longo do ciclo.

Numa outra perspetiva podemos especular que dificilmente esta espécie se adaptará economicamente a solos de textura arenosa, como são os solos do campo de Paço dos Negros.

No campo da Herdade dos Gagos a cultura revelou uma boa adaptação, com uma produção de 16 t/ha, com bom rendimento de óleos essenciais, no entanto seria interessante estudar a utilização da mesma técnica de produção que foi utilizada no campo de Paço dos Negros uma vez que o controle de infestantes é bastante facilitado.

6 - Bibliografia

AFLATUNI, A. (2005) - The yield and essential oil content of mint (*Mentha ssp.*) in Northern Ostrobothnia Oulu, Finland

AHMAD S. (2003). Faculty of Pharmacy, Jordan University of Science and Technology, Irbid, Jordan.

ALLEN R., PEREIRA L., RAES D., SMITH M., (2006) - Evapotranspiración del Cultivo. Guías para la Determinación de los Requerimientos de Agua de los Cultivos. Estudio Riego y Drenaje 56, FAO, Roma.

ATROCH, E.; SOARES, A.; ALVARENGA, A.; CASTRO, E. (2001) - Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* submetidas à diferentes condições de sombreamento. Revista de Ciência Agrotecnológica: 853-862.

BRUN, N. & VOIRIN, B. (1991) - Chemical and morphological studies of the effects of aging on monoterpene composition in *Mentha x piperita* L. leaves. Canadian Journal of Botany, 69: 2271-2278.

CASTRO, L. (2007) - Desenvolvimento de *Mentha aquatica* e *Mentha x piperita* L., rendimento e qualidade do óleo essencial em resposta a níveis de radiação e adubação nitrogenada, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

CHAVES, F. (2002) - Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função da adubação orgânica e épocas de corte.. 153p. Tese (Doutorado - Área de Concentração em

Produção Vegetal) - Departamento de Fitotecnia. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CONCEIÇÃO, D. (2009) - Caracterização histoquímica de folhas de mentas infectadas por *Puccinia menthae* e *Erysiphe biocellata*. Dissertação de mestrado, BOTUCATU-SP.

CUNHA A., ROQUE O., GASPAR N. (2011) - Cultura e utilização das plantas medicinais e aromáticas, Fundação Calouste Gulbenkian.

CUNHA, A, RIBEIRO, J, ROQUE, O. (2009) - *Plantas aromáticas em Portugal – Caracterização e Utilizações*, Fundação Calouste Gulbenkian.

FAGERIA, N; BALIGAR, V; JONES, C; (1997) - Field Crops and mineral nutrition. In: Growth and mineral nutrition of field crops. 2.ed. New York: Marcel Dekker,1997, p.1-10.

FERERES, E., SORIANO, M. 2007 - Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*: 147-159.

FERNANDEZ-POLA, J. (2001) - Cultivo de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias. Ed. Omega, S.A. Barcelona.

FREIRE, M. (2004) - Plantas Medicinais: A importância do saber cultivar; Laboratório de Fitossanidade, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

GARLET, T. (2007) - Produtividade, teor e composição do óleo essencial de espécies de *Mentha* L. (Lamiaceae) cultivadas em hidroponia com variação de potássio - *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.956-962

GERSHENZON, J.; MCCONKEY, M.; CROTEAU, R. (2000) - Regulation of Monoterpene Accumulation in Leaves of Peppermint. American Society of Plant Physiologists. Plant Physiology. Vol. 122, pp. 205 – 213.

GPP (2012) - As Plantas Aromáticas Medicinais e Condimentares, Portugal Continental, Ministério da Agricultura e do Mar.

HALYARI, H; HEIDARI, F E ZEHTAB-SALMASI, S. (2008) - Effects of microelements and density plants on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha x piperita* L.). Department of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture, University, of Tabriz, Iran. Plant Sciences Research. Medwells Journal, Horticultura Brasileira., v. 27, nº 2, p4050-4063.

<http://203.190.147.122/ruraltech/Mentha.aspx> . Consultado em 20-02-2012.

<http://www.meteo.pt/pt/areaeducativa/otempo.eoclima/clima.pt/index.html>.

Consultado em 20-02-2012.

IENICA (2004) - Essential oils market information booklet,. 64 pp
<http://www.ienica.net/marketdatasheets/essentialoilsmdsbig.pdf>.

MAIRAPETYAN, S. (1999) - Aromatic plant culture in open - air hidroponics. Acta Horticulturae, Wageningen,n. 502, p. 33-36.

MAY, A; SUGUINO, E; MARTINS, A; PINHEIRO, M; (2010) - Produção de biomassa e óleo essencial de *Mentha citrata* em função do manejo cultural e adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 5, núm. 3, julio-septiembre, pp. 370-375.

MEKONNEN, S.; KASSAHUN, B. (2011) – Effect of interrow spacing and harvesting time on growth and essential oil yield of spearmint (*Mentha spicata*) International Journal of Sustainable Agriculture 3; 39-43.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. (1997) - Agricultura natural. 2. ed. Cuiabá: SEBRAE/MT,. 73 p.

MONTEIRO, R. (2009) - Desenvolvimento de menta e produção de óleo essencial sob diferentes condições de manejo – Universidade Federal do Paraná – Curitiba.

MONTEITH, J. (1990) - Conservative behavior in the response of crops to water and light. Pudoc, Wageningen, pp. 3-16.

MONTEVERDE, M (2011) – Comunicação pessoal.

MORAIS, L. (2009) - Influência dos factores abióticos na composição química dos óleos essenciais. Horticultura Brasileira 27: S4050-S4063.

MORÉ-PALOS, E., (2008) - Distribución comercial de plantas aromáticas y medicinales en Cataluña. Investigaciones Agrarias: Producción e protección vegetal, Vol. 17.

MOYNA, P.; MENÉNDEZ, P. (2001) - Biotransformações de produtos naturais. In: SERAFINI, L.A.; BARROS, N.M.; AZEVEDO, J.L. (Ed.) Biotecnologia na agricultura e na agroindústria. Vol. 1. Guaíba: Agropecuária. pp 201-226.

OLIVEIRA, M.; CASTRO, E.; COSTA, L.; PINTO, J.; AMARAL, T. (2007) - Crescimento e teor de óleo essencial de plantas jovens de *Artemisia vulgaris*

submetidas a diferentes condições de radiação. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, Brasil, p.3.

OZTEKIN, S., MARTINOV, M. (2007) - Medicinal and aromatic crops – Harvesting, Drying and Processing. Haworth Food & Agricultural Products. New York.

PEREIRA, L. (2004) - Necessidades de água e métodos de rega. Europa-América, Eds. Lisboa.

PINHEIRO M. *et al* (2010) - Produção de biomassa e óleo essencial de *Mentha citrata* em função do manejo cultural e adubação nitrogenada. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.5, n.3, p.370-3750.

RAPOSO, J.R. (1996) - A rega: dos primitivos regadios às modernas técnicas de rega. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

ROSS, J.; O'NEILL, D. SMITH, J.; KERCKHOFFS, L; ELLIOT, R. (2000) - Evidence that auxin promotes gibberellinA1 biosynthesis in pea. Plant Journal; 547–552.

SAENS, M. GARCIA, M, PUERTA, R, (1996) - Cytostatic activity of some essential oils against HEP-2 cells. Il Farmaco, Roma, v.51, n^o7, p.539-540.

Santos, A. Alves, M. Figueiredo, F. Neto, O. (2004) - Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil.

SCHUHMACHER, A. REICHLING, J. SCHNITZLER, P. (2003) - Virucidal effect of peppermint oil on the enveloped viruses herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. *Phytomedicine*. Department of Virology, Hygiene Institute, Faculty of Medicine, University of Heidelberg, Heidelberg, Germany.

SIANI, A., RAMOS, M., MENEZES, O. *et al.* (1999) - Evaluation of antiinflammatory-related activity of essential oils from the leaves and resin of species of *Protium*. *J. Ethnopharm.* 57-69.

SOUSA, M. (2006) - Produção de biomassa e rendimento de óleos essenciais de plantas de hortelã (*Mentha x piperita* L.) em cultivo hidropónico com diferentes concentrações de nitrogénio e fósforo; Dissertação Pós-graduação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Sousa, W; Queiroga, C; Sartratto, A, Honorio, S. (2006) - Avaliação do teor e da composição química do óleo essencial de *Mentha x piperita* L. durante o período diurno em cultivo hidropónico. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai Botucatu* v.8 n.4 p 108-111.

SROA (1971) – Serviços de Reconhecimento e Ordenamento Agrário.

STEDUTO, P. HSIAO, T. FERERES, E. (2006) - On the conservative behavior of biomass water productivity. *Irrigation Science*

TAIZ, L., ZEIGER, E. (2004) - *Fisiologia vegetal*, 3ª ed. Artmed Editora, Porto Alegre, pp-718.

TANNER, C. SINCLAIR, T.R. (1983) - Limitations to efficient water use in crop production, *American Society of Agronomy*, pp. 25.

TAVARES, J.; TESSIER, D. (2009) - Characterization of soil structure and porosity under long-term conventional tillage and no-tillage systems. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 33.

TELCI, I. *et al.* (2004) - Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey. *Economic Botany*, v.58, n.4, p.721-728,

TURNER, G. W.; GERSHENZON, J.; CROTEAU, R. B. (2000) - Distribution of peltate glandular trichomes on developing leaves of peppermint. *Plant Physiology*, v. 124, p. 655 – 663.

TYRREL, M. (1990) - Evolution of natural flavor development with the assistance of modern technologies. *Food technol* 44: 68-72.

VARENNE, A. (2003) - *Produtividade dos solos e ambiente*. Escolar Editora, Lisboa.

www.gpp.pt 2012. (consultado em 21-02-2012)

ZHELJAZKOV, V. MARGINA, A; (1996) - Effect of increasing doses of fertilizer. Application on quantitative and qualitative characters of Mint. *Acta Horticola* 426: 579-592.

Anexo I

Quadro 14 – Produção de biomassa por planta (g).

F	D	R	Nº PI	P V (g)	Media/pl
F0	D1	R1	32	2740	85,63
F0	D2	R2	25	2080	83,20
F0	D2	R2	25	1955	78,20
F0	D1	R1	31	1560	50,32
F0	D1	R2	32	880	27,50
F0	D2	R1	25	1725	69,00
F0	D1	R1	32	1470	45,94
F0	D2	R2	24	965	40,21
F0	D2	R1	25	3285	131,40
F0	D1	R2	33	2040	61,82
F0	D1	R2	33	1310	39,70
F0	D2	R1	25	2270	90,80
F0	D2	R2	25	1080	43,20
F0	D1	R1	33	1260	38,18
F0	D2	R1	25	2120	84,80
F0	D1	R2	33	825	25,00
F1	D2	R1	25	3385	135,40
F1	D1	R2	33	2035	61,67
F1	D2	R2	25	2190	87,60
F1	D2	R1	24	2350	97,92
F1	D1	R2	34	1155	33,97
F1	D1	R1	33	1835	55,61
F1	D2	R1	25	2340	93,60
F1	D1	R2	32	1070	33,44
F1	D1	R1	35	2960	84,57
F1	D2	R2	26	2130	81,92
F1	D1	R2	35	1820	52,00
F1	D1	R1	34	1980	58,24
F1	D2	R2	25	1820	72,80
F1	D2	R1	25	2055	82,20
F1	D1	R1	34	1655	48,68
F1	D2	R2	25	1080	43,20

Quadro 15 – Produção biomassa média g/planta.

PV/planta (g)	F ₀	F ₁	D ₁	D ₂	R ₁	R ₂
	86	56	86	69	86	28
	50	85	50	131	50	62
	46	58	46	91	46	40
	38	49	38	85	38	25
	28	62	28	83	69	83
	62	34	62	78	131	78
	40	33	40	40	91	40
	25	52	25	43	85	43
	69	135	56	135	56	62
	131	98	85	98	85	34
	91	94	58	94	58	33
	85	82	49	82	49	52
	83	88	62	88	135	88
	78	82	34	82	98	82
	40	73	33	73	94	73
	43	43	52	43	82	43
Média (g)	62	70	50	82	78	54

Quadro 16 - Rendimento de OE em função da densidade e rega.

[] OE %	F ₀	F ₁	D ₁	D ₂	R ₁	R ₂
	2,24%	1,63%	2,24%	1,74%	2,24%	1,27%
	1,56%	1,77%	1,56%	2,12%	1,56%	2,19%
	1,65%	1,60%	1,65%	1,48%	1,65%	1,62%
	1,82%	1,62%	1,82%	1,71%	1,82%	1,86%
	1,27%	2,27%	1,27%	2,15%	1,74%	2,15%
	2,19%	1,59%	2,19%	1,13%	2,12%	1,13%
	1,62%	1,54%	1,62%	1,68%	1,48%	1,68%
	1,86%	1,56%	1,86%	1,65%	1,71%	1,65%
	1,74%	1,98%	1,63%	1,98%	1,63%	2,27%
	2,12%	1,73%	1,77%	1,73%	1,77%	1,59%
	1,48%	1,68%	1,60%	1,68%	1,60%	1,54%
	1,71%	1,64%	1,62%	1,64%	1,62%	1,56%
	2,15%	1,74%	2,27%	1,74%	1,98%	1,74%
	1,13%	2,62%	1,59%	2,62%	1,73%	2,62%
	1,68%	2,03%	1,54%	2,03%	1,68%	2,03%
	1,65%	1,68%	1,56%	1,68%	1,64%	1,68%
Média %	1,74%	1,79%	1,74%	1,80%	1,75%	1,79%

Quadro 17 – Rendimento OE - interacção de factores.

[] OE %	F ₀ D ₁ R ₁	F ₀ D ₁ R ₂	F ₀ D ₂ R ₁	F ₀ D ₂ R ₂	F ₁ D ₁ R ₁	F ₁ D ₁ R ₂	F ₁ D ₂ R ₁	F ₁ D ₂ R ₂
	2,24%	1,27%	1,74%	2,15%	1,63%	2,27%	1,98%	2,13%
	1,56%	2,19%	2,12%	1,13%	1,77%	1,59%	1,73%	1,90%
	1,65%	1,62%	1,48%	1,68%	1,60%	1,54%	1,68%	1,87%
	1,82%	1,86%	1,71%	1,65%	1,62%	1,56%	1,64%	1,74%
Média %	1,82%	1,73%	1,76%	1,65%	1,66%	1,74%	1,76%	1,94%