

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PREPARADO BIODINÂMICO, ÉPOCAS DE COLHEITA,
TEMPERATURAS DE SECAGEM, TEMPO DE ARMAZENAMENTO E
TIPOS DE EMBALAGEM NA PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE
ALECRIM (*Rosmarinus officinalis* L.)**

MARIA CLÁUDIA SILVA GARCIA BLANCO

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
Em Agronomia – Área de Concentração em
Horticultura**

**Botucatu - SP
2001**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PREPARADO BIODINÂMICO, ÉPOCAS DE COLHEITA,
TEMPERATURAS DE SECAGEM, TEMPO DE ARMAZENAMENTO E
TIPOS DE EMBALAGEM NA PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE
ALECRIM (*Rosmarinus officinalis* L.)**

MARIA CLÁUDIA SILVA GARCIA BLANCO

Orientador: Prof. Dr. Lin Chau Ming

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
Em Agronomia – Área de Concentração em
Horticultura**

**Botucatu - SP
2001**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B639p Blanco, Maria Cláudia Silva Garcia, 1963
Preparado biodinâmico, épocas de colheita, temperaturas de secagem, tempo de armazenamento e tipos de embalagem na produção e conservação de alecrim (*Rosmarinus offinalis* L.) / Maria Cláudia Silva Garcia Blanco. -- Botucatu : [s.n.], 2001
viii, 76 f.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas
Orientador: Lin Chau Ming
Inclui bibliografia

1. Alecrim 2. Alecrim - Colheita 3. Alecrim - Secagem 4. Alecrim - Armazenamento 5. Agricultura orgânica 6. Plantas aromáticas I. Ming, Lin Chau II. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas III. Título

Palavras-chave: Alecrim; Colheita; Secagem; Armazenamento; Agricultura orgânica; Plantas aromáticas

À Deus, que sempre me ilumina e protege

Ofereço

Aos meus filhos, Lucas e Hélio

e ao meu marido Flávio

Dedico

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Lin Chau Ming, pela orientação, incentivo, confiança e amizade;
- Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração – Horticultura, pelos ensinamentos;
- À Estância Demétria, por conceder área para condução do experimento e auxílio na aplicação do preparado biodinâmico 501;
- Ao Dr. Odair Alves Bovi, pesquisador do Centro de Horticultura do Instituto Agronômico de Campinas, pela colaboração na destilação e na determinação da densidade do óleo essencial;
- À Dra. Márcia Ortiz Mayo Marques, pesquisadora do Centro de Genética, Biologia Molecular e Fitoquímica do Instituto Agronômico de Campinas - IAC, pela colaboração e pelos ensinamentos na determinação da composição química do óleo essencial;
- Aos funcionários do Departamento de Horticultura pela colaboração;
- Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação pelas orientações e colaboração;
- Aos funcionários da Biblioteca pelo apoio e orientação nas referências bibliográficas;
- Às estagiárias do IAC, Vanessa e Roselaine, pela colaboração nas análises cromatográficas;
- À Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, pela liberação e pelo apoio concedido;
- À CAPES, pela concessão de bolsa durante parte do curso;
- À FAPESP, pelo auxílio no projeto de pesquisa, que resultou neste trabalho;
- Aos colegas do Curso, pelo companheirismo e incentivo;
- À minha família, pela paciência e incentivo incondicionais, especialmente ao Flávio pelo auxílio nas análises estatísticas e pelas sugestões;
- A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1. <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	8
4.2. Agricultura Biodinâmica, Preparado de Sílica 501 e Homeopatia.....	12
4.3. Temperaturas de secagem.....	15
4.4. Épocas de colheita.....	19
4.5. Armazenamento.....	23
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.1. Tratamentos e Delineamento Experimental.....	29
5.2. Condução do experimento.....	30
5.3. Avaliações.....	32
5.3.1. Extração e determinações quantitativa e qualitativa dos óleos essenciais.....	32
5.4. Análise Estatística.....	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
6.1. Densidade.....	35
6.2. Composição Química.....	35
6.3. Experimento 1: Efeito da temperatura de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim.....	38

6.4. Experimento 2: Influência do uso de preparado biodinâmico 501 e de épocas de colheita no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim....	41
6.4.1. Teor de óleo essencial.....	41
6.4.2. Composição Química do óleo essencial.....	45
6.5. Experimento 3: Influência do tempo de armazenamento e de tipos de embalagem no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim.....	49
6.5.1. Teor de óleo essencial.....	49
6.5.2. Composição Química do óleo essencial.....	52
7. CONCLUSÕES.....	60
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
9. APÊNDICE.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Composição em % relativa dos principais constituintes do óleo essencial de alecrim de várias origens.....	9
2	2. Algumas características físicas dos polietilenos (espessura até 75 microns).....	24
3	Características químicas do solo da área experimental de alecrim na Estância Demétria, Botucatu - SP.....	30
4	Dados médios de temperaturas e totais de precipitações verificadas durante o período de dezembro de 1997 a dezembro de 1998. Botucatu – SP.....	31
5	Teor médio (% m/m) do óleo essencial de alecrim em função de diferentes temperaturas de secagem.....	39
6	Principais componentes do óleo essencial de alecrim, dados transformados em raiz ($x + 0,5$), em função de temperaturas de secagem.....	40
7	Análise de variância do experimento: Influência do uso de preparado biodinâmico 501 (P) e de épocas de colheita (S) no teor de óleo essencial de alecrim.....	42
8	Teor de óleo essencial de alecrim (% média m/m) em função da aplicação de preparado biodinâmico 501(P1) e da ausência de sua aplicação (P2).....	42
9	Teor de óleo essencial de alecrim (%média m/m) em função de épocas de colheita.....	43
10	Resumo das análises de variância dos componentes α -pineno, mirceno, 1,8 cineol, cânfora, borneol, t-cariofileno, em função de aplicação de preparado biodinâmico e épocas de colheita.....	46
11	Proporção relativa de 1,8 cineol (%) no óleo essencial de alecrim, em função do uso de preparado 501 (P1) e de sua ausência (P2).....	46
12	Proporção relativa (%) de 1,8 cineol e de cânfora no óleo essencial de alecrim obtido na colheita de verão, em função do uso de preparado 501 (P1) e de sua ausência (P2).....	47

Tabela		Página
13	Principais componentes do óleo essencial de alecrim em % relativa média, em função de épocas de colheita.....	49
14	Análise de variância sobre a Influência do tempo de armazenamento e de tipos de embalagem no teor de óleo essencial de alecrim.....	50
15	Teor de óleo essencial de alecrim (%média m/m) em função de tipos de embalagem.....	51
16	Teor de óleo essencial de alecrim (% média m/m) em função de tempo de armazenamento.....	51
17	Resumo das análises de variância dos 3 grupos de componentes do óleo essencial de alecrim, em função de tipos de embalagem (A) e de tempo de armazenamento (B).....	53
18	Influência de tipos de embalagem na composição química do óleo essencial de alecrim (% relativa de grupos de componentes).....	54
19	Influência do tempo de armazenamento na composição química do óleo essencial de alecrim (% relativa de grupos de componentes).....	54
20	Interação de tempo de armazenamento dentro de tipos de embalagem no grupo 1 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).....	55
21	Interação de tempo de armazenamento dentro de tipos de embalagem no grupo 3 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).....	56
22	Interação de tipos de embalagem dentro de tempo de armazenamento no grupo 1 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).....	57
23	Interação de tipos de embalagem dentro de tempo de armazenamento no grupo 3 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Cromatograma do perfil químico do óleo essencial de alecrim obtido no estudo: Uso de preparado biodinâmico, épocas de colheita, temperaturas de secagem, tempo de armazenamento e tipos de embalagem na produção e conservação de alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	36
2	Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de α -pineno...	36
3	Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de mirceno....	37
4	Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de 1,8 cineol.	37
5	Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de cânfora.....	37
6	Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de borneol.....	37
7	Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de trans-cariofileno.....	38

1. RESUMO

Com os objetivos de avaliar a quantidade (teor) e a qualidade (composição química) do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), em função de variáveis ambientais, agronômicas e de pós-colheita, foram conduzidos dois experimentos na Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP-Botucatu e um na Estância Demétria-Botucatu: 1) sobre a influência da temperatura de secagem, com delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 tratamentos (40, 60 e 80 °C) e 9 repetições para o teor e 6 repetições para a composição química do óleo essencial; 2) sobre o uso do Preparado Biodinâmico 501 (P501) e épocas de colheita, com delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo, com 2 parcelas (aplicação de P501 e sua ausência) e 4 subparcelas (épocas de colheita: verão, outono, inverno e primavera) e com 3 repetições; e, 3) sobre tipos de embalagem e tempo de armazenamento, com delineamento experimental inteiramente casualizado disposto em Fatorial 3 x 4:

3 embalagens (papel Kraft duplo, polietileno e papel Kraft duplo + polietileno) e 4 períodos de armazenamento (0, 6, 12 e 18 meses), com 4 repetições.

Em relação ao teor de óleo essencial, as variáveis apresentaram respostas significativas, com exceção da aplicação de P501 e de tipos de embalagem. Na medida em que a temperatura de secagem aumentou, o teor de óleo essencial diminuiu; os teores mais elevados foram obtidos nas colheitas de inverno, primavera e verão e, a partir do 6º mês de armazenamento, ocorreu a redução do teor de óleo extraído.

A proporção dos 6 componentes avaliados do óleo essencial (a-pineno, mirceno, 1,8 cineol, cânfora, borneol e α -cariofileno) foi alterada significativamente em função de temperaturas de secagem, diferentes épocas de colheita e aplicação do P501, o qual aumentou em 6% a proporção do componente 1,8 cineol no óleo essencial e, em interação, proporcionou no verão, aumento da percentagem relativa de 1,8 cineol e diminuição na de cânfora. Conforme o tipo de embalagem e o tempo de armazenamento, a composição química também foi alterada na proporcionalidade dos 3 grupos de componentes avaliados, sendo observada uma tendência de retorno à proporcionalidade inicial, ou seja, àquela obtida do produto não armazenado, a partir de 18 meses de armazenamento.

Com os resultados obtidos, concluiu-se que o sistema produtivo e os parâmetros de pós-colheita mais adequados para a produção de óleo essencial de alecrim, dependerão do rendimento ou qualidade necessários para o óleo essencial, características que podem variar conforme seu destino de utilização.

2. SUMMARY

The effects of environment, agronomic and post harvest practices on the rosmarine essential oil yield and quality were studied. Two experiments were carried out at the Faculdade de Ciencias Agronomicas and one experiment at the Estancia Demetria, in Botucatu, Sao Paulo state, Brazil: 1) The effects of drying temperatures, in a random design with 3 treatments (40, 60 and 80°C) and 9 replications for essential oil content and 6 replications for chemical analysis; 2) The effects of the Biodinamic product 501 (P501) application and harvesting time (summer, fall, winter and spring) in a random block design with split plot in time and 3 replications; and 3) Storage period (0, 6, 12 and 18 months) and container type (double Kraft paper bag, polyethylene bag and double Kraft paper plus polyethylene bags) in a 3x4 factorial design with 4 replications.

Essential oil yield was affected by drying temperatures, harvesting time and storage period. At higher drying temperatures the essential oil content were lower. Plants

harvested during winter, spring and summer were higher in essential oil content. After 6 month storage there were a decrease in the essential oil content.

The essential oil composition, considering the 6 main components (α -pinene, myrcene, 1,8 cineole, camphor, borneol and β -caryophyllene) was modified as a function of drying temperature, harvesting time and application of P501 (increased by 6% the content of 1,8 cineole and in plants harvested in summer there were a decrease relative of camphor). Storage period and container type also modified essential oil composition, however, after 18 month storage period the relative content of the 3 components analysed returned to the initial level.

The experimental data showed that environment, agronomic and post harvest practices affected qualitatively and quantitatively rosmarine essential oil production and could be managed in order to obtain essential oil for specific uses.

3. INTRODUÇÃO

As plantas aromáticas famosas pelo seu uso culinário que precede a Era Cristã, nos tempos modernos, ganham importância para a indústria uma vez que os óleos essenciais, característicos de seu metabolismo secundário, possuem propriedades químicas importantes para a conservação e aromatização de alimentos, perfumes, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, bem como para a elaboração de medicamentos.

Os óleos essenciais obtidos das folhas, flores e sementes dessas espécies através de destilação por arraste a vapor, hidrodestilação, ou da extração com solventes são metabólitos secundários que apesar de possuírem presença determinada pelo genótipo da planta possuem produções quantitativa (teor) e qualitativa (composição química) variáveis tanto em função das condições ambientais que englobam, entre outros, fatores como luz (fotoperíodo e intensidade), temperatura (máxima e mínima), solo (estrutura e fertilidade) e umidade, quanto de características geográficas como latitude e altitude, como verificado por Ozguven & Stahl-

Biskup (1989) ao cultivarem *Origanum vulgare* ao nível do mar e à 1200 metros de altitude. Somados a estas ocorre a influência dos fatores agronômicos como preparo de solo, espaçamento, adubação, irrigação, técnicas de colheita e pós-colheita, quando as plantas aromáticas são submetidas ao cultivo.

Contudo, constata-se uma grande carência de informações agronômicas sobre o cultivo de plantas aromáticas e medicinais, especialmente sobre as influências do ambiente e das técnicas agrícolas na quantidade e qualidade dos óleos essenciais ou princípios ativos.

O alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) é a planta aromática mais difundida na bacia do Mediterrâneo, região de sua origem, pois além de existir em estado silvestre, é cultivado para diversos fins desde tempos remotos, como na Grécia antiga, onde era considerado um fortificante para o cérebro e a memória (Giacometti, 1989).

Seu óleo essencial ocupa posição de destaque no Mercado Internacional de essências herbais, sendo os principais países produtores a Espanha, Tunísia e Marrocos. Essência mais importada pela América do Norte, detendo 21,7% do volume total da importação de óleos essenciais, o que corresponde a 123,6 t das 565 t anuais importadas por estes países. Suas principais utilizações concentram-se na perfumaria, cosmética, produtos farmacêuticos, de higiene e de conservação de alimentos, pois em sua composição química são encontrados princípios ativos terapêuticos, antioxidantes, aromatizantes, entre outros, de ampla utilização (UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE, 1996).

Considerando-se a problemática apresentada e a importância e popularidade do alecrim, propõem-se um estudo quantitativo e qualitativo da produção do óleo essencial do alecrim em função do uso de preparado biodinâmico, da sazonalidade avaliada em colheitas nas 4 estações do ano, dos efeitos de diferentes temperaturas de secagem, e ainda, de embalagens e períodos de armazenamento, buscando fornecer informações que possam ser úteis às classes produtora e consumidora, bem como a boa qualidade do produto.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. *Rosmarinus officinalis* L.

Rosmarinus officinalis L. é uma planta arbustiva da família Lamiaceae originária da Europa e vegeta em terrenos pedregosos e arenosos do litoral e eventualmente em regiões de até 1500 metros de altitude. É de ciclo perene e melífera, conhecida popularmente como alecrim, alecrim de cheiro, rosmarino, alecrim de jardim e alecrim de horta (Giacometti, 1989; Corrêa Jr. *et al*, 1991).

Atinge até 2 metros de altura, bem ramificada, suas folhas são opostas, sésseis, simples, lineares, coriáceas com pêlos estelares na face inferior que lhes conferem cor esbranquiçada e na face superior cor verde-escura. As flores são hermafroditas, com coloração que varia de violácea, lilás a azul e esbranquiçada, reunidas em inflorescências axilares. Propaga-se por meio de estacas de galhos ou sementes (Flück *et. al.*, 1976; Giacometti, 1989, Corrêa Jr. *et. al.*, 1991).

A densidade é uma das propriedades físicas dos óleos essenciais encontrados nas plantas aromáticas, importante como parâmetro de qualidade do óleo essencial, e sua determinação é necessária quando o teor é calculado em volume e pretende-se transformá-lo em massa para se obter o rendimento em percentagem sobre a massa vegetal destilada, pois tem-se que, $\text{densidade} = \text{massa/volume}$ (Russel, 1981). Segundo Guenther (1949) a densidade do óleo essencial de alecrim varia dependendo de sua origem. Conforme suas análises, a densidade de óleos essenciais de alecrins originários da Espanha variou de 0,896 a 0,898; da França, de 0,900 a 0,920; da Tunísia, de 0,907 a 0,919; de Marrocos, de 0,905 a 0,912 e da Itália, de 0,894 a 0,915. Frazão e Cunha (1971) ao avaliarem óleos essenciais de alecrim de diversas regiões de Portugal, obtiveram densidades que variaram de 0,864 a 0,872.

O óleo essencial de alecrim é muito usado nas indústrias de cosmética, higiene e perfumaria na fabricação de sabonetes, shampoos, desodorantes, colônias e desinfetantes, entre outros. Também é frequente sua utilização nas indústrias farmacêuticas e de alimentos para elaboração de medicamentos e como aromatizante e conservante (Robbins & Greenhalgh, 1979, UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE, 1996). Vokou *et al.* (1993), Farag *et al.* (1989) e Shaaya *et al.* (1991) demonstraram que os óleos essenciais de alecrim e de outras espécies aromáticas possuem ação antimicrobiana, sendo eficientes na conservação de produtos armazenados como a batata.

O extrato alcóolico de alecrim possui ação antioxidante, o que previne a oxidação de lipídeos, importante para a conservação de laticínios como manteigas e

cremes (Zegarska *et al.*, 1996) e de cereais oleaginosos como a soja (Chen *et al.*, 1992). Segundo Torres *et al.* (1984) também atua inibindo o desenvolvimento de *Salmonella* em alimentos, pois seus estudos demonstraram efetiva inibição de 7 espécies de *Salmonella* isoladas de frangos.

Na medicina tradicional, as folhas de alecrim são utilizadas na cura de problemas respiratórios, de cansaço, cardíacos, hepáticos, intestinais e ainda como cicatrizante e antisséptico (Caribé & Campos, 1991 e Corrêa Jr. *et al.*, 1991).

Hoefler *et al.* (1987) realizaram estudos farmacológicos em ratos que comprovaram ação hepatoprotetora e colerética do extrato alcoólico de alecrim. Outro estudo farmacológico com extrato alcoólico de alecrim, dessa vez, em aplicação tópica, demonstrou diminuição de irritação e inibição do progresso de tumor epidermal (Huang *et al.*, 1993).

A atividade antifúngica do alecrim sobre *Candida albicans* foi observada ‘in vitro’ (Steinmetz *et al.*, 1988 e Soliman *et al.*, 1994) e em testes clínicos (em humanos) por Giron *et al.* (1988).

O óleo essencial de alecrim é popularmente usado em massagens e na aromaterapia; Kovar *et al.* (1987) concluíram através de estudos clínicos que tanto a inalação quanto a administração oral desse óleo essencial estimula a atividade locomotora.

Estudos farmacológicos com o extrato aquoso de alecrim (chá) demonstraram seu efeito anticonvulsivo (Abdul-Ghani *et al.*, 1987).

Na culinária, o alecrim também é bastante empregado e apreciado, especialmente na composição de temperos para carnes como as de frango, porco e peixes, bem

como em sopas, molhos para saladas e vinha d'alhos (Giacometti, 1989, Pazinato, 2000). É utilizado, ainda, para acrescentar-se agradável sabor aos biscoitos e pudins (Giacometti, 1989).

4.2. Agricultura Biodinâmica, Preparado de Sílica 501 e Homeopatia

Alguns autores como Corrêa Jr. *et al.*, (1991) e Mattos (1996) recomendam que as plantas aromáticas e medicinais sejam cultivadas organicamente, utilizando-se técnicas alternativas de manejo empregadas em sistemas biológicos, biodinâmicos e outros afins, acreditando que o controle fitossanitário seja mais efetivo, uma vez que não há recomendação de uso de agroquímicos para estes tipos de cultura (Mattos, 1996) e por estes sistemas apresentarem potencial de resposta econômica maior (Corrêa Jr. *et al.*, 1991).

O método de agricultura biodinâmica surgiu a partir de uma série de oito palestras que, em 1924, o filósofo esloveno Rudolf Steiner (1861-1925), proferiu na atual Polônia, e que posteriormente se organizou num movimento de renovação da agricultura, tendo hoje praticantes em todos os continentes.

O aspecto básico do método biodinâmico consiste em entender a propriedade agrícola como uma individualidade, um organismo com seus diferentes componentes (solo, vegetais, animais, recursos naturais e humanos). Sua principal meta é a fertilização do solo de uma forma duradoura, e a partir da construção da atividade biológica modificar as condições físicas e químicas do solo. A este aspecto biológico deve-se agregar o aspecto dinâmico, que consiste no uso de preparações caseiras utilizando substâncias orgânicas e minerais de forma bastante diluída

(homeopática), que configuram a base do método e são denominadas como preparados biodinâmicos (Koepk *et al.*, 1983).

Rickli (1986) classifica os preparados biodinâmicos em básicos e acessórios. Os preparados básicos: 500 e 501 são pulverizados diretamente no solo ou nas plantas. De outro, os preparados 502 a 507, são usados em adição a compostos e outras formas de adubo orgânico. Conforme descreve o mesmo autor, o preparado de sílica (501) transmite luz e calor, favorecendo o crescimento longitudinal e a estruturação mais fina dos tecidos, intensificando a produção de clorofila e de outros metabólitos como açúcares e a manutenção de essências.

Em relação ao silício (Si), Deffune (1998) comenta que o mesmo é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre e que exemplos de sua essencialidade para os organismos vivos vão desde as algas diatomáceas até plantas superiores e animais. Kudinova (1974), citado por Deffune (1998) foi um dos primeiros autores a correlacionar a atividade do Si ao metabolismo de fósforo em estudo sobre o efeito do silício na produção, área foliar e metabolismo do fósforo em plantas.

A Homeopatia, palavra oriunda do grego *homoios* = semelhante e *páthos* = doença ou sofrimento, designa a ciência terapêutica baseada na lei natural de cura *Similia similibus curentur* ou, “sejam os semelhantes curados pelos semelhantes”. A posse da Matéria Médica específica, exclusiva, elaborada por Hahnemann (criador da Homeopatia), com base em experimentos no homem sadio, caracteriza a homeopatia dentro da terapêutica. Aquela substância cujo conjunto de sintomas apresentados pelo indivíduo

sadio (patogenesia) coincidir com aqueles do quadro mórbido a ser tratado representará o simillimum deste doente ou remédio adequado para curá-lo (Kossak-Romanach, 1984).

Segundo Bessa (1994), Hahneman define o homem como um ser, aparentemente, trinário, composto de um corpo, força vital e espírito dotado de razão. A força vital, que anima dinamicamente o organismo, forma com esse uma unidade, um todo. A doença é o desequilíbrio dessa força vital, atingida por um agente morbígeno, de forma dinâmica, por isso é que os medicamentos homeopáticos são preparados através de dinamização que consiste no conjunto de diluições e sucussões sucessivas, capaz de libertar das substâncias o poder medicinal silente e inativo.

O estudo científico sobre o uso de preparações homeopáticas na agricultura é praticamente inédito no Brasil. Atualmente, um grupo de profissionais do setor agropecuário vem buscando resgatar experiências e observações práticas que possam trazer parâmetros para o desenvolvimento da Homeopatia Vegetal. Neste sentido, em experimentações patogenésicas para obter indicações para o uso de homeopatia em plantas, Castro (1999) comenta que, de maneira geral, a *Silicea* provoca o estiolamento, a aceleração no desenvolvimento, ou seja, antecipação do florescimento, e, ainda, a predisposição ao ataque de fungos do tipo oídio, sendo que, esta última, pode indicar que plantas com problemas fúngicos devam ser tratadas com *Silicea* através de dinamizações homeopáticas.

Em estudo científico pioneiro sobre a homeopatia vegetal, Castro *et al.* (2000) verificaram o efeito de potências centesimais de *Phosphorus* sobre o desenvolvimento de plantas de rabanete, obtendo alterações significativas sobre peso da matéria fresca das raízes, sendo

estas modificações mais intensas nas potências maiores, com tendência de aumento do peso. Portanto neste estudo, utilizaram a homeopatia vegetal para favorecer a energia vital da planta e conseqüentemente seu desenvolvimento e não como medicamento para combater alguma doença. Da mesma forma, os preparados biodinâmicos são utilizados para favorecer compostos, solo ou plantas na prática da agricultura biodinâmica (Koepk *et al.*, 1983; Rickli, 1986).

Atualmente, os órgãos governamentais de pesquisa e de extensão rural estão adotando o enfoque do Desenvolvimento Sustentável para o Sistema Agropecuário (São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1999). Segundo Sachs (1993), para que o desenvolvimento seja efetivamente sustentável, é preciso que ele contemple pelo menos cinco dimensões. A primeira, que é pré-requisito para as demais, é que ele seja economicamente viável; a segunda, é que seja socialmente justo contribuindo para a redução das desigualdades; a terceira dimensão é a ecológica preservando a qualidade do meio ambiente; a quarta é a equidade espacial evitando-se aglomerações que interferem na qualidade de vida e a quinta é a dimensão cultural preservando-se as características de cada grupo social. A partir disto, os estudos sobre práticas culturais que atendam a maior sustentabilidade do sistema produtivo, como é o caso das técnicas biodinâmicas e da homeopatia, segundo trabalhos anteriormente apresentados, especialmente pelos reduzidos custo e impacto ambiental, devem ser priorizados no meio científico.

4.3. Temperaturas de Secagem

No processo produtivo de ervas aromáticas, a secagem, um dos aspectos do beneficiamento, é uma etapa importante e que demanda cuidados especiais, pois, é

fundamental que a qualidade do produto, ou seja, sua capacidade aromática provinda dos óleos essenciais, seja mantida e a secagem estabiliza o metabolismo da planta, imobilizando a ação enzimática degradadora dos princípios ativos existentes (Corrêa Jr. *et al.*, 1991; Hertwig, 1991).

No caso das plantas produtoras de óleo essencial, a secagem deve ser ainda mais criteriosa pois estas substâncias químicas são altamente voláteis e temperaturas superiores a 40°C podem proporcionar danos aos órgãos vegetais (estruturas secretoras ou armazenadoras dos óleos essenciais), conferindo assim maiores perdas da quantidade de óleo essencial no produto seco (Hertwig, 1991). Venskutonis (1997) observou que as folhas de tomilho (*Thymus vulgaris*), foram mais alteradas em sua estrutura botânica do que as folhas de sálvia (*Salvia officinalis*) quando secas a temperatura de 60 °C, o que conferiu ao tomilho maiores perdas no teor do óleo essencial em relação ao produto fresco do que as perdas obtidas pela sálvia, concluindo que altas temperaturas alteram as estruturas biológicas produtoras e armazenadoras de óleo essencial. Blanco *et al.* (2000) obtiveram perdas da ordem de 80% no teor de óleo essencial de menta (*Mentha piperita*) com a secagem a 60°C em relação ao teor obtido a 40°C, o que evidencia a alta sensibilidade das estruturas armazenadoras de óleo essencial de menta ao aumento de temperatura de secagem

Corrêa Jr. *et al.* (1991) comentam que a secagem deve ser iniciada no mesmo dia da colheita e que a temperatura de secagem ideal para folhas e sumidades floridas varia entre 20 - 40°C. Segundo Mattos (1996) devem ser evitadas temperaturas superiores à 35°C na secagem de plantas aromáticas. Porém, isto é variável dependendo da espécie, conforme o descrito por Buggle *et al.* (1999) que ao estudarem a influência de temperaturas de secagem na

produção de óleo essencial de *Cymbopogon citratus*, obtiveram teores semelhantes nas temperaturas de 30 e 50°C, e diminuição nos teores de óleo essencial em temperaturas superiores, entretanto, devido à ocorrência de desenvolvimento de diversos fungos a 30°C, concluíram que, dentre as temperaturas de secagem estudadas (30, 50, 70 e 90°C), a temperatura de 50°C foi a mais recomendada para a produção de óleo essencial daquela espécie. Já Martins *et al.* (2000) ao avaliarem o efeito de três temperaturas de secagem (40, 50 e 60°C) na produção do óleo essencial de *Cymbopogon citratus*, observaram que o teor do óleo essencial aumentou com a elevação de temperatura podendo ser, segundo os autores, devido à localização interna e à lignificação das paredes das células armazenadoras de óleo essencial do *Cymbopogon citratus*; em contrapartida, o conteúdo de citral, principal componente do óleo essencial desta espécie, diminuiu com o aumento da temperatura de secagem.

Também Rocha *et al.* (2000) ao avaliarem cinco temperaturas de secagem (30, 40, 50, 60 e 70°C) no rendimento e na composição do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*), só obtiveram perdas no teor do óleo essencial a partir de 60°C, temperatura considerada mais adequada para secagem do capim citronela por demandar menor tempo de secagem em relação às temperaturas mais baixas. Em relação a maior resistência da citronela para perdas de óleo essencial com o aumento de temperatura de secagem, os autores sugeriram que pode ser em função da localização das estruturas de armazenamento do óleo essencial que se encontram somente na face abaxial da lâmina foliar. A composição química do óleo essencial da citronela foi alterada em função da temperatura de secagem, na proporcionalidade de seus

componentes, sendo que o citronelal foi o componente majoritário à secagem a 50°C e o neral foi majoritário no óleo essencial obtido dos produtos submetidos às demais temperaturas de secagem.

Venskutonis (1997) observou, ao estudar o efeito da secagem sobre os óleos essenciais de sálvia (*Salvia officinalis*) e tomilho (*Thymus vulgaris*), que à temperatura de 30°C, o rendimento e a composição química foram semelhantes aos obtidos do material fresco, para ambas espécies, já à temperatura de 60 °C, houve diminuição no teor do óleo essencial da ordem de 43% para o tomilho e de 31% para sálvia e alteração na proporção dos componentes do óleo essencial para as duas espécies. Já Deans & Svoboda (1992) ao estudarem o efeito de temperaturas de secagem que variaram de 40 a 100°C/24 horas, em espécies aromáticas, observaram diminuição do teor e mudança da composição química dos óleos essenciais das ervas estudadas, à medida do aumento dos valores de temperatura. A composição química dos óleos de *Artemisia dracunculus*, *Salvia officinallis* e *Satureja hortensis* foi alterada significativamente a partir de 50 - 60°C, para *Origanum majorana* e *Ocimum basilicum*, a partir de 80°C e em relação a *Thymus vulgaris* e *Rosmarinus officinalis* não ocorreram alterações químicas significativas em função do aumento de temperatura de secagem. Blanco *et al.* (2000) também observaram para *Mentha piperita*, além de redução do teor de óleo essencial, alteração na proporcionalidade de seus componentes com o aumento da temperatura de secagem.

As plantas aromáticas também podem ser secas à temperatura ambiente sob sombra. Hazra *et al.* (1990), ao estudarem efeito de tipos de secagem (à sombra e a pleno sol) na qualidade do óleo essencial e consumo de matéria-prima para destilação de *Mentha arvensis*, observaram que após 2 dias de secagem natural à sombra obteve-se redução da ordem de

1/3 no teor de óleo essencial, nenhuma alteração na composição química, e, foram requeridos 24% a menos de material para a destilação.

Conforme se pode observar nas pesquisas apresentadas, as respostas às alterações de temperatura de secagem são muito variáveis em função das espécies estudadas e das estruturas que secretam os metabólitos secundários e sua localização dentro dos tecidos vegetais, tanto em relação ao rendimento do óleo essencial quanto à sua composição química, justificando o interesse em se estudar a variável temperatura de secagem no processo de pós-colheita de alecrim.

4.4. Épocas de Colheita

Fatores ambientais como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar e intensidade de luz, variam durante o ano influenciando o crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como a produção de seu metabolismo secundário (Palevitch, 1987; Maffei *et al.*, 1993, ; Nemeth *et al*, 1993); fatores biológicos como idade e fase de desenvolvimento da planta também interferem no metabolismo secundário (Donalísio *et al*, 1971; Cunha & Roque, 1986; Nemeth *et al*, 1993).

Por isso a prática da colheita, especialmente para plantas produtoras de óleo essencial deve ser bem planejada, observando-se conjuntamente os fatores ambientais e biológicos para a obtenção de um produto de ótima qualidade, além de colher com tempo bom, de céu claro, e após a secagem do orvalho, cuidados importantes para a manutenção da qualidade pós-colheita do produto, segundo Corrêa Jr, *et al* (1991).

Em estudo para determinação de melhores datas de colheita para variedades de *Mentha arvensis* L., Randhawa *et al.* (1996) constataram que o tempo ideal para a colheita depende das condições de temperatura após o plantio e obtiveram maior teor de óleo essencial, aos 120 - 135 dias após o plantio, ou quando a cultura ficou exposta a 2.680 graus.dia acumulados de temperatura. A fase de desenvolvimento da planta, bem como a variação ambiental que ocorre de um ano para outro, também alteram o teor e a composição química do óleo essencial, como foi verificado por Ozguven & Stahl-Biskup (1989) ao observarem que o teor do óleo essencial foi influenciado somente pela fase de desenvolvimento da planta, sendo maior após o florescimento, entretanto a proporção de seus componentes foi alterada tanto em função da fase de desenvolvimento, quanto de diferentes plantios (safras 87 e 88).

Já Barranco *et al.* (1980) compararam a produção de óleo essencial de alecrim silvestre com as de alecrins cultivados da região de Granada – Andalucia, Espanha, colhidos nas 4 estações do ano e observaram que para todos os casos, os maiores rendimentos foram obtidos nas colheitas de primavera e verão e os menores, nas de outono e inverno, obtendo-se uma variação da ordem de 30% entre o maior teor (verão) e o menor teor (inverno). Neste mesmo trabalho observaram que algumas substâncias do óleo essencial encontravam-se mais ou menos abundantes conforme a época de colheita; o α -pineno encontrava-se mais abundante na primavera e no inverno, o borneol na primavera e no outono, o mirceno na primavera, a cânfora no inverno e limoneno + cineol na colheita de verão.

Nemeth *et al* (1993), avaliando a composição química do óleo essencial de *Achillea crithmifolia* sob diferentes condições ambientais e fases de desenvolvimento,

verificaram que altas temperaturas e alta intensidade luminosa causaram aumento na concentração de cânfora e diminuição na concentração de 1,8 cineol, sendo que durante o desenvolvimento das folhas em roseta até o florescimento, a concentração de cânfora diminuiu e a de 1,8 cineol aumentou. Já o componente borneol, em condições de altas temperaturas, teve sua concentração diminuída da fase de roseta até a fase de botão floral e aumentada a partir de então até o florescimento, ocorrendo o inverso em condições de baixas temperaturas.

A produção quantitativa e qualitativa das flores de camomila (*Matricaria chamomilla* L.) em função da variação sazonal foi estudada por Ohe *et al.* (1995). Estes autores observaram que o maior número de flores liguladas é produzido em maio e a partir de então, decresce a produção floral, entretanto a melhor composição química do óleo essencial para fabricação de fármacos antiinflamatórios é produzida durante o mês de junho, nas condições do Japão. Ainda avaliando-se a influência da época de colheita ou variação sazonal sobre a produção de óleo essencial, Donalísio *et al.* (1971) obtiveram maiores produções anuais de biomassa e de óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*), numa frequência de 3 cortes anuais nos meses de fevereiro, junho e outubro respectivamente.

Cunha & Roque (1986) verificaram ao estudarem o rendimento e a composição do óleo essencial do alecrim (*Rosmarinus officinalis*), extraído de folhas colhidas na primavera, antes, durante e após a floração, que a melhor composição química e os maiores teores são obtidos na floração e após a floração, respectivamente. Innecco *et al.* (1998) obtiveram maior matéria seca, produção de óleo essencial e de eugenol ao cortarem o *Ocimum gratissimum* aos 16 meses de idade.

Em experimento com *Mentha piperita*, Piccaglia *et al.* (1993) constataram ao comparar o 1º e 2º cortes anuais, que conforme o aumento da idade da planta, a produção de biomassa decresce e o óleo essencial aumenta seus teores de mentofurano e mentil-acetatos, resultados semelhantes aos obtidos por White *et al.* (1987), os quais verificaram que depois da primeira data de colheita de *M. piperita*, a produção de óleo essencial diminuiu, em contrapartida, seus teores de mentol, mentil-acetatos e mentofurano aumentaram, enquanto os teores de mentona diminuiram.

Singh *et al.* (1992), realizando 2 colheitas (cortes) em *Mentha arvensis*, aos 120 dias depois do plantio e 65 dias após o 1º corte, obtiveram 249,5 e 91,4 Kg óleo/ha na primeira e segunda colheitas respectivamente. O teor de mentol do óleo também foi superior na primeira colheita, 78,8% em relação a 76,4% obtidos no 2º corte.

Em outro experimento com *M. spicata* e *M. cardica*, Singh *et al.* (1991) observaram ao estudarem três datas para primeira colheita (90, 105 ou 120 dias após plantio - DAP) e 3 datas para 2ª colheita (50, 65 ou 80 dias após primeiro corte - DAPC), que para ambas espécies a maior produção de óleo essencial foi obtida com cortes aos 105 DAP e 65 DAPC.

Em estudo sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba*, Ventrella (2000) obteve variação tanto no teor quanto na proporção dos componentes do óleo essencial em função das épocas de colheita e de níveis de sombreamento, concluindo que a época de colheita e as condições mais adequadas de cultivo dependem do interesse no rendimento ou na qualidade do óleo essencial.

A influência da época de colheita sobre o teor e a composição química dos óleos essenciais produzidos pelas espécies aromáticas e medicinais é um dos principais fatores a serem observados no processo produtivo destas plantas, conforme dados científicos apresentados, evidenciando a importância do estudo sobre o efeito deste fator agrônomo na produção de óleo essencial de alecrim.

4.5. Armazenamento

O armazenamento apropriado é muito importante para a manutenção da qualidade do produto aromático ou medicinal, tanto ao nível de propriedade, quando após a secagem espera-se a comercialização, quanto ao nível dos compradores imediatos como atacadistas, farmácias de manipulação, indústrias de alimentos e farmacêuticas, entre outros.

Vários cuidados devem ser obrigatoriamente tomados nesta fase: o local deve ser seco, escuro, arejado, isento de insetos, roedores e poeira; as embalagens devem ser adequadas, de boa qualidade e devidamente identificadas com o nome da espécie, partes colhidas, data da colheita e do término da secagem e nome do produtor, e, plantas fortemente aromáticas devem ser armazenadas em locais separados (Corrêa Jr. *et al.*, 1991; Hertwig, 1991).

Em relação às embalagens, Corrêa Jr. *et al.* (1991) mencionam que as mais utilizadas são as de polietileno. Segundo Cabral & Soler (1978), o polietileno é um dos materiais plásticos mais utilizado e de menor custo, sendo que sua resistência e flexibilidade fazem-no aplicável a uma infinidade de opções para embalagem. Estes autores citam que em função da densidade existem três tipos de polietileno: o de baixa densidade, o de alta densidade e aquele de

densidade intermediária, cujas propriedades químicas não diferem radicalmente, mas suas características físicas são distintas, como pode ser observado na tabela 2.

Serapião (1986) comenta que os polietilenos podem absorver e transmitir odores. Gilbert *et al.* (1965) explicam que os polietilenos são fabricados com polímeros especiais e adesivos e é comum a utilização de reativos químicos e solventes no processo. Esta constituição dos polietilenos, segundo estes autores, possibilita a transferência de substâncias voláteis entre a embalagem e o alimento acondicionado, durante o armazenamento.

Tabela 2. Algumas características físicas dos polietilenos (espessura até 75 microns)

	Baixa densidade	Média densidade	Alta densidade
Densidade (g/cm ³)	0,910-0,925	0,926-0,940	0,941-0,965
Permeabilidade ao vapor de água (g/m ² .24h a 38°C/90%U.R.)	18	8-15	5-10
Permeabilidade a gases cm ³ .25u/m ² .24h.atm			
O ₂	4000-13000	2600-5000	520-3900
CO ₂	7700-77000	7700-13000	3900-10000

Fonte: Cabral & Soler, 1978.

Tratando-se da embalagem de papel, Vitti *et al.* (1990) comentam que o papel possui maior taxa de permeabilidade ao vapor de água do que o polietileno. Em dados referentes às características de materiais para embalagem, Alvim & Gil (1974) determinaram que a permeabilidade ao vapor de água à 38°C e 90% U.R. para o papel de 110 microns é de > 1000 g/m².24h. Cereda (1983) relata que dentre os vários tipos de papel, destaca-se o papel Kraft por sua resistência e cor escura, sendo permeável à gordura, aos gases e ao vapor de água.

O tempo de armazenamento é um fator fundamental para a manutenção da qualidade destas plantas; Corrêa Jr. *et al.* (1991) comentam que quanto maior o período de armazenagem, maior a perda de princípios ativos, entretanto, os estudos sobre este fator são muito escassos.

Em estudo sobre a influência do tempo de armazenamento na composição química do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*), acondicionado em saco de polietileno de alta densidade e armazenado sob temperatura ambiente e protegido de luz direta, Venskutonis *et al.* (1996) obtiveram alterações na proporcionalidade dos componentes dos óleos essenciais extraídos aos 0, 1, 5 e 10 meses após armazenamento, sugerindo que tais mudanças devem ter sido causadas por evaporação dos componentes mais voláteis, especialmente os hidrocarbonetos monoterpênicos, além de oxidação e outras mudanças químicas ocorridas durante o armazenamento, entretanto ressaltam a necessidade de novas pesquisas para elucidar as hipóteses levantadas. Estes autores também observaram que a alteração variou entre os componentes, obtendo-se um grupo de componentes que teve pouca alteração na sua percentagem relativa no óleo essencial em função do tempo de armazenamento, estando neste grupo o timol, substância majoritária do óleo essencial de tomilho, e outro grupo de substâncias que sofreram maiores alterações durante o armazenamento, dentre elas, os monoterpênicos mais leves, como o mircenol e o terpineno e outras substâncias como o óxido de cariofileno.

Paakkonen *et al.* (1989) avaliaram, através de análises organolépticas, os efeitos do tempo e da temperatura de armazenamento e de tipos de embalagem sobre o odor e o sabor de dill ou aneto (*Anethum graveolens* L.) seco sob temperatura que variou

entre 35 e 37 °C e não obtiveram diferenças significativas para nenhum dos tratamentos propostos, ou seja, 3, 6 e 12 meses de armazenamento, à temperatura de 23 e de 35 °C e embalagens: saco de polietileno-alumínio-polietileno, pote de vidro e saco de papel.

Singh et al. (1994) estudaram o efeito do armazenamento a frio na produção e qualidade do óleo essencial de três espécies de *Cymbopogon*, durante diferentes épocas de colheita/armazenamento (verão, outono e inverno) e observaram que o armazenamento de folhas de *C. martinii* durante o verão e de *C. winterianus* durante o outono apresentaram maiores teores de óleo, havendo poucas diferenças na composição do óleo entre os tratamentos, já para *C. flexuosus* todas as condições de armazenamento proporcionaram perda no conteúdo do óleo essencial nas folhas. Em outro experimento sobre o efeito de temperaturas baixas e do tempo de armazenamento na produção de óleo essencial e flavonóides de flores de *Chamomilla recutita*, Letchamo (1993) observou que o armazenamento nas condições de 2° C e a 85 % U.R. foi o que melhor contribuiu para a manutenção do teor de óleo essencial e que o conteúdo do glicosídeo apigetrina, foi maior no óleo extraído após um ano de armazenamento das flores do que naquele extraído logo após a colheita.

Estudos realizados por Pereira et al. (1996) demonstraram que não houve redução de fenóis totais em folhas de *Maytenus aquifolium* na forma de pó quando mantidas por período de 20 meses em ambiente seco em embalagens de plástico, vidro ou papel, cabendo ressaltar que os fenóis não são voláteis como os óleos essenciais.

Silva et al. (1998) ao armazenarem durante um ano folhas de *Origanum vulgare*, *Achillea millefolium* e *Petroselinum sativum* em três tipos de embalagem:

vidro, polietileno de baixa densidade e saco de papel; observaram que a embalagem de vidro proporcionou menor contaminação microbiológica (ocorrência de fungos e leveduras) para as três espécies estudadas. Já Costa *et al.* (1998) demonstraram que as embalagens de polietileno de baixa densidade e de papel Kraft foram igualmente eficientes na preservação da qualidade em relação ao teor de umidade final e qualidade microbiológica de folhas de poejo (*Mentha pulegium*) após seis meses de armazenamento.

Devido especialmente à escassez de trabalhos científicos sobre embalagem e tempo de prateleira na conservação de ervas aromáticas e medicinais, procurou-se estudar estas variáveis na conservação de alecrim, tentando contribuir e incentivar a pesquisa nacional a incrementar as informações científicas sobre o armazenamento de ervas aromáticas e medicinais, fator importante para a manutenção da qualidade destes produtos, conforme foi demonstrado em literatura revisada.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse estudo foram conduzidos três experimentos:

1. Efeito da temperatura de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim,
2. Influência do uso de preparado biodinâmico e de 4 épocas de colheita no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim e
3. Influência do tempo de armazenamento e de tipos de embalagens no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim.

O tratamento de campo foi conduzido em área da Estância Demétria, situada no Município de Botucatu - SP, cujas coordenadas de localização são 22° 51' latitude Sul, 48° 26' longitude Oeste e altitude de 786 metros.

Os tratamentos pós-colheita foram efetuados no Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP - Botucatu - SP.

A destilação do óleo essencial e a determinação de sua densidade foram realizadas no Centro de Horticultura do Instituto Agronômico de Campinas e a cromatografia desses, no Centro de Genética, Biologia Molecular e Fitoquímica do mesmo Instituto.

5.1. Tratamentos e Delineamento Experimental

Para o experimento 1, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos de secagem: 40, 60 e 80°C, e 9 repetições, totalizando assim 27 parcelas. Cada parcela foi constituída por 1 Kg de ramos de alecrim frescos.

No experimento 2 utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em parcela subdividida no tempo com 2 tratamentos principais, aplicação do preparado biodinâmico 501 (P1) e a ausência de aplicação de preparado 501 (P2), e, 4 tratamentos secundários referentes a 4 datas de colheita (1 a cada 3 meses: S1, S2, S3 e S4), com 3 repetições, totalizando 24 parcelas + subparcelas. Cada parcela e subparcela foram constituídas por 15 plantas úteis.

Para o experimento 3, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 X 4, com 12 tratamentos, considerando-se três tipos de embalagem: 1) K = saco de papel kraft duplo; 2) P = saco de polietileno de baixa densidade e 3) KP = saco de polietileno de baixa densidade (interno) + saco de papel kraft duplo (externo), por 4 tempos de armazenamento: 0, 6, 12 e 18 meses (tratamentos 1, 2, 3, e 4, respectivamente), com 4 repetições, totalizando 48 parcelas. Cada parcela foi constituída por 100 g de folhas secas.

5.2. Condução do experimento

Todos os experimentos foram conduzidos a partir de área de cultivo comercial de alecrim da Estância Demétria com características de fertilidade de solo, segundo análise química realizada no Departamento de Ciências do Solo da F.C.A./UNESP, Botucatu - SP apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas do solo da área experimental de alecrim na Estância Demétria, Botucatu - SP.

pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P (res.) mg/dm ³	Mmol./dm ³ de TESA				SB	CTC	V%
			H ⁺ + Al ³⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺			
6	26	70	13	1,5	40	21	62	76	82

O Sistema de produção agrícola da Estância Demétria segue os princípios da Agricultura Biodinâmica, a qual utiliza somente adubos de origem orgânica e não utiliza produtos químicos no controle de pragas, doenças e plantas infestantes. Durante o período de experimentação não houve aplicação de adubos, somente incorporou-se a biomassa vegetal proveniente das capinas, nas entrelinhas.

A cultura foi mantida no limpo através de capinas manuais e devido à sua resistência a seca, não houve irrigação complementar.

Na Tabela 4 são apresentados os dados de precipitação pluvial e temperaturas do ar verificadas na Estação Agrometeorológica da Faculdade de Ciências Agronômicas, durante o período da fase experimental de campo.

Para o experimento 1, foi realizada uma colheita no início de dezembro de 1997 para obtenção dos ramos de alecrim, os quais foram acondicionados em sacos

de papel kraft perfurados, para a separação das repetições submetidas aos tratamentos propostos de pós-colheita, ou seja, secagens a 40, 60 e 80°C. Cada repetição conteve cerca de 1 Kg de ramos de alecrim frescos. Ao término da secagem, os ramos foram desfolhados para a obtenção das folhas.

Tabela 4. Dados médios de temperaturas e totais de precipitações verificadas durante o período de dezembro de 1997 a dezembro de 1998. Botucatu - SP.

Mês	Ano	T - min. °C	T - max. °C	T. med. °C	Prec. mm
Dezembro	1997	19,64	29,01	23,53	166,2
Janeiro	1998	20,56	29,75	24,4	67,6
Fevereiro	1998	20,18	28,36	23,34	345,2
Março	1998	19,96	28,17	23,04	184
Abril	1998	17,63	25,56	20,78	64,9
Maiο	1998	14,55	22,46	17,5	135,5
Junho	1998	12,54	21,35	15,98	13
Julho	1998	13,53	23,16	17,42	15,1
Agosto	1998	15,65	24,51	19,23	55,8
Setembro	1998	15,73	24,87	19,06	113,2
Outubro	1998	15,97	24,91	18,96	176,3
Novembro	1998	16,83	27,54	21,08	30,1
Dezembro	1998	18,95	28,05	22,71	290,3

No experimento 2, o preparado biodinâmico 501 de sílica foi elaborado conforme metodologia descrita por Rickli (1986) sendo aspergido sob forma de névoa úmida, utilizando-se borrifador de água para vasos, sobre a parte aérea das plantas 2 dias antes de cada corte ou colheita, na proporção de 4 g/60 L H₂O/hectare.

Foram realizadas cinco colheitas em quatro épocas distintas (primavera, verão, outono e inverno). A primeira colheita em dezembro de 1997 (primavera) foi para

uniformizar a idade dos ramos colhidos no experimento que a partir de então foram colhidos a cada 3 meses, sendo que a quinta colheita ocorreu no mesmo período da primeira, após ter transcorrido um ano, ou seja, primeira semana de dezembro de 1998 (primavera). A partir da segunda colheita, foram colhidos apenas ramos novos, rebrotos do corte anterior. A identificação destes ramos foi facilmente averiguada através da cor e textura.

A secagem foi efetuada logo após a colheita, em estufas com circulação forçada de ar, reguladas a 40°C, temperatura na qual se obtém o maior teor de óleo essencial no produto seco, conforme resultados do experimento 1. Do mesmo modo que para o primeiro experimento, cada repetição/tratamento foi acondicionada em saco de papel kraft perfurado para sua individualização. Ao término da secagem, efetuou-se o desfolhamento dos ramos para separação das folhas.

Para o experimento 3, foram colhidos ramos de plantas em julho de 1998. Após a secagem em estufa com circulação forçada, à temperatura controlada de 40°C, a qual proporciona melhor teor de óleo essencial conforme dados do experimento 1, efetuou-se o desfolhamento dos ramos e foram acondicionados 100 gramas de folhas para cada repetição de todos tratamentos propostos (K1, K2, K3, K4, P1, P2, P3, P4, KP1, KP2, KP3 e KP4) e o armazenamento foi realizado em câmara seca mantida com umidade relativa do ar em torno de 40 % e temperatura variável, no período, entre 20 e 25 °C.

5.3. Avaliações

5.3.1. Extração e determinações quantitativa e qualitativa dos óleos essenciais

Para todos experimentos, as amostras com cerca de 150 gramas de folhas, correspondentes a cada um dos tratamentos e repetições, foram destiladas por arraste a vapor, em aparelho do tipo Clevenger modificado por Moritz. Após um período ininterrupto de 45 minutos, contados do momento da condensação da primeira gota, foi anotada a quantidade de óleo essencial de cada tratamento e repetição em volume (mL). Para obter-se o rendimento em percentagem (massa/massa), calculou-se a densidade do óleo essencial do alecrim produzido neste experimento, a partir de amostra composta por óleos essenciais obtidos de todos os tratamentos, a 20 °C, utilizando-se picnômetros especiais de precisão, previamente aferidos com água bidestilada isenta de anidrido carbônico e metodologia descrita por Russel (1981). A densidade foi determinada calculando-se a média de 10 repetições. A massa correspondente ao volume extraído de óleo essencial de cada tratamento e repetição foi obtida através da fórmula: $M = V \times D$, onde M (g) = massa, V = volume (obtido em mL) e D = densidade (calculada).

A composição química dos óleos essenciais foi avaliada por análise em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas (CG-EM), marca Shimadzu modelo QP-5000 dotado de coluna capilar DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), gás de arraste Hélio (vazão 1,7 mL/min.), injetor a 240°C e detector a 230°C na seguinte programação: 50°C (5 min.) – 180°C, 4°C/min., 180-240°C, 15°C/min., split 1/35. Para a identificação das substâncias, os espectros de massas das substâncias foram comparados aos do banco de dados do sistema CG-EM (Nist. 62

libr.) e literatura (McLafferty *et al.*, 1989) e se determinou os índices de retenção de Kovats, comparando os mesmos com os da literatura (Adams, 1995).

5.4. Análise Estatística

Para os experimentos 1 e 2 , foram submetidos à análise estatística os valores de 6 principais componentes do óleo essencial de alecrim obtido nos experimentos: α -pineno, mirceno, 1,8 cineol, cânfora, borneol e t-cariofileno que correspondem a mais de 70% da composição química observada. Para o experimento 3, dividiram-se os componentes do óleo essencial em 3 grupos, em cada grupo são encontrados 2 componentes dos seis componentes principais anteriormente citados, na sequência de eluição na coluna cromatográfica. A mudança em relação ao experimento 3, deve-se às características de volatilidade e estabilidade variáveis entre os componentes, em função do tempo que é um dos tratamentos. O agrupamento permitiu uma melhor avaliação dos dados obtidos em relação aos tratamentos propostos.

Os dados obtidos, relativos aos teores e composição química do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), estudados em função do uso de preparado biodinâmico 501, 4 épocas de colheita, 3 temperaturas de secagem, 4 tempos de armazenamento e 3 tipos de embalagem, foram submetidos à Análise de Variância e suas médias comparadas através do Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSAO

6.1. Densidade

A densidade (d) do óleo essencial de alecrim produzido neste estudo foi 0,897, média de 10 repetições. Este valor encontra-se de acordo com as médias das densidades dos principais óleos essenciais de alecrim produzidos no Mundo, especialmente os europeus, conforme dados de Guenther (1949) que analisou óleos essenciais de alecrim da Tunísia (d = 0,907-0,919), Marrocos (d = 0,905-0,912), Espanha (d = 0,896-0,898), Itália (d = 0,894-0,915) e França (d = 0,900-0,920), e, de Frazão e Cunha (1971) ao compararem óleos essenciais de alecrim de várias origens de Portugal (d = 0,864-0,872).

6.2. Composição Química

Em relação a composição química do óleo essencial, foram identificadas as seguintes substâncias: triciclono, α -pineno, canfeno, α -thuja-2,4 (10)-dieno, sabineno, octen-3-ol, mirceno, α -felandreno, limoneno, dietil-benzeno, 1,8 cineol,

?-terpineno, terpinoleno, cis-4-thujanol, cânfora, t-pinocanfona, pinocarvona, borneol, cis-pinocanfona, 4-terpineol, α -terpineol, verbenona, acetato de bornila, α -copaeno, t-cariofileno, α -humuleno, ?himachaleno e cadineno, componentes existentes nos principais óleos essenciais de alecrim produzidos no mundo (Guenther, 1949; Cunha & Roque, 1986, Chalchat *et al.*, 1993).

A seguir são apresentados um dos cromatogramas (Figura 1) do óleo essencial de alecrim obtido neste estudo, com a indicação dos principais e mais abundantes componentes (1- α -pineno, 2-mirceno, 3,1,8 cineol, 4-cânfora, 5-borneol, 6-t-cariofileno) e seus respectivos espectros de massas e fórmulas estruturais (Figuras 2 a 7).

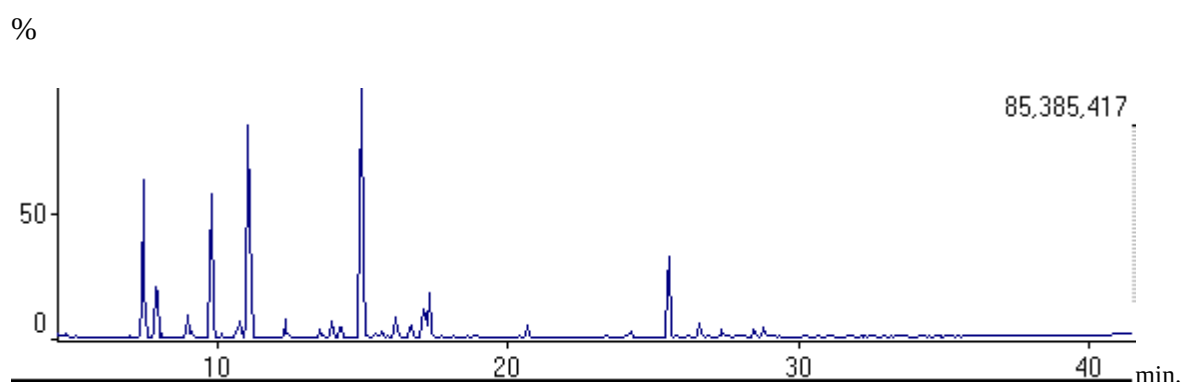


Figura 1. Cromatograma do perfil químico do óleo essencial de alecrim obtido no estudo: Uso de preparado biodinâmico, épocas de colheita, temperaturas de secagem, tempo de armazenamento e tipos de embalagem na produção e conservação de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.)

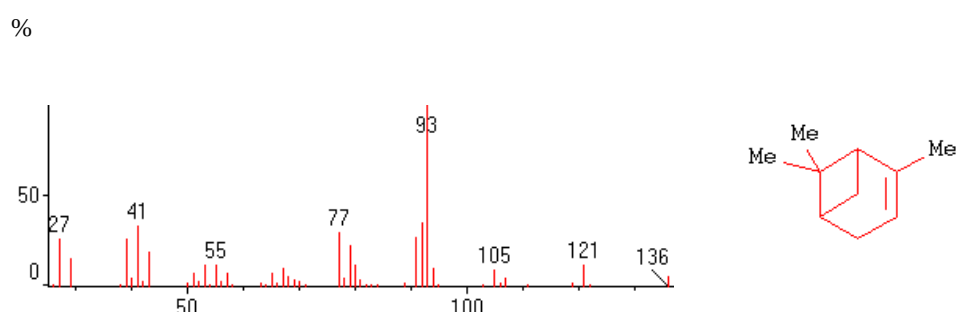


Figura 2. Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de α -pineno.

%

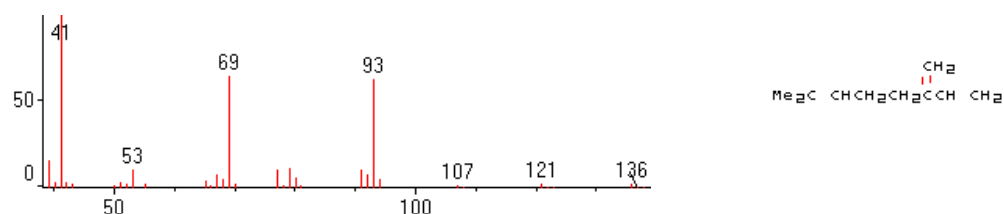


Figura 3. . Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de mirceno

%

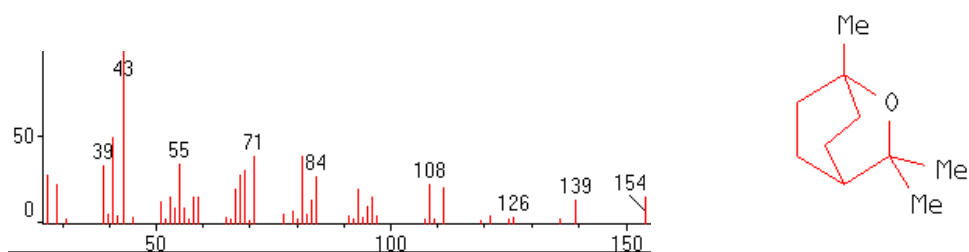


Figura 4. Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de 1,8 cineol.

%

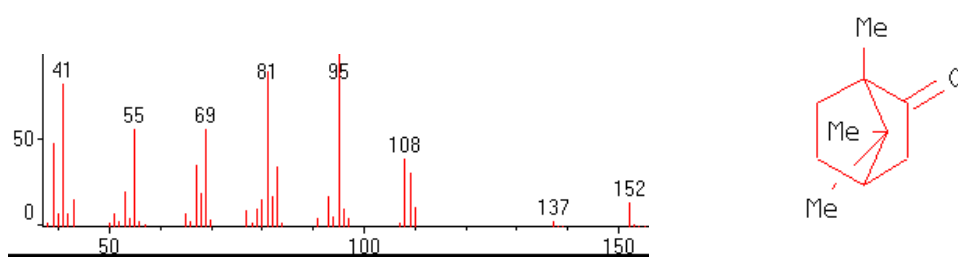


Figura 5. Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de cânfora.

%

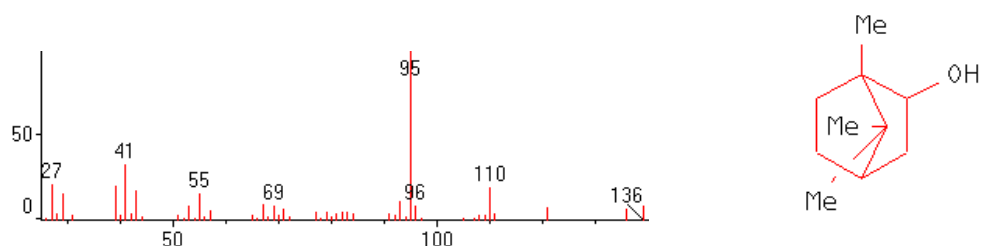


Figura 6. Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de borneol

%

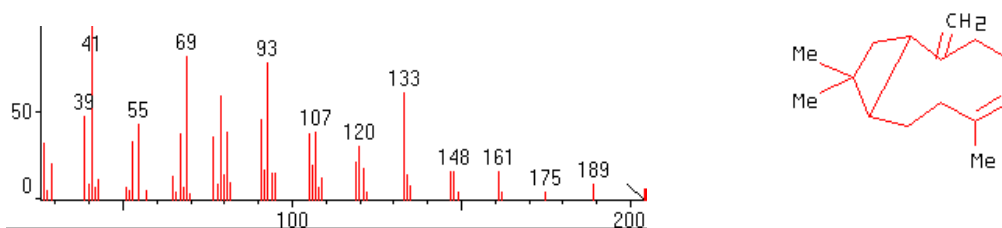


Figura 7. Representação do espectro de massas e da fórmula estrutural de trans-cariofileno.

6.3. Experimento 1: Efeito da temperatura de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim

Os resultados referentes ao teor de óleo essencial evidenciaram efeito significativo da temperatura de secagem no rendimento do óleo essencial, ocorrendo perdas de 24 e 49% nas secagens a 60°C e 80°C, respectivamente, considerando-se o teor obtido a 40°C como 100% (Tabela 5); observou-se que quanto maior a temperatura, menor foi o teor de óleo essencial obtido, confirmando o descrito por Hertwig (1991) e Venskutonis (1997) sobre os danos que temperaturas superiores a 40°C podem proporcionar aos órgãos vegetais (estruturas secretoras ou armazenadoras dos óleos essenciais), conferindo assim, maiores perdas da quantidade de óleo essencial no produto seco. Conforme pode ser observado em Jackson & Snowdon (1990) e Oliveira *et al.* (1998), há um grande número de tricomas glandulares na epiderme inferior da folha de alecrim, os quais são danificados com altas temperaturas, liberando seu conteúdo de óleo essencial.

Os dados concordam também, com os resultados obtidos por Deans & Svoboda (1992) que ao secarem várias espécies de ervas aromáticas, inclusive o alecrim, a

temperaturas que variaram de 40 a 100°C, obtiveram em todos os casos diminuição do teor de óleo essencial com o aumento da temperatura, bem como com os resultados observados por Venskutonis (1997) que obteve redução no teor de óleo essencial de sálvia e de tomilho em secagem à 60 °C , por Buggle *et al* (1999), que verificaram perdas no teor de óleo essencial de *Cymbopogon citratus* ao elevarem a temperatura de secagem, por Rocha *et al.* (2000) que obtiveram redução no teor de óleo essencial de *C. winterianus* com temperatura de secagem superior a 60 °C e por Blanco *et al.* (2000) que observaram perdas acima de 80% no teor do óleo essencial de *Mentha piperita* com temperatura de secagem superior a 40°C.

Tabela 5. Teor médio (% m/m) do óleo essencial de alecrim em função de diferentes temperaturas de secagem.

Tratamentos	Teor de óleo essencial (%m/m)
40°C	2,13 A*
60°C	1,62 B
80°C	1,09 C

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. F = 38,42 (0,01), CV = 15,52 e DMS = 0,29

Quanto à influência da temperatura de secagem na composição química, os dados foram transformados em raiz ($x + 0,5$), para homogeneizar a variância dos tratamentos. Observa-se que houve diferença entre 40 e 60°C para o componente cânfora, sendo que entre 40 e 80°C obteve-se diferença significativa para as percentagem relativas médias de três substâncias (a-pineno, mirceno e cânfora), das seis avaliadas (a-pineno, mirceno, 1,8 cineol, cânfora, borneol, t-cariofileno). Entre 60 e 80°C, obteve-se diferença somente para a-pineno (Tabela 6).

Tabela 6. Principais componentes do óleo essencial de alecrim, dados transformados em raiz ($x + 0,5$), em função de temperaturas de secagem.

Componentes do óleo essencial	Tratamentos			Parâmetros Estatísticos		
	40° C	60° C	80° C	F	CV	DMS
a-pineno	3,33 A ?	3,25 A	2,77 B	6,29 *	9,37	0,44
mirreno	3,33 A	3,02 AB	2,71 B	9,42 **	8,18	0,37
1,8 cineol	4,20	4,53	4,64	2,49 NS	7,90	----
cânfora	5,09 B	5,74 A	6,06 A	10,19 **	6,73	0,57
borneol	1,60	1,59	1,66	0,35 NS	9,42	----
t-cariofileno	2,33	2,43	2,13	2,15 NS	10,93	----

? Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. NS não significativo, * significativo a 1% de probabilidade, ** significativo a 5% de probabilidade.

Tais dados discordam com os de Deans & Svoboda (1992) que não observaram alterações significativas para a composição química do óleo essencial de alecrim com o aumento de temperatura de secagem, porém concordam com os dados de Venskutonis (1997) que observou mudança na composição química dos óleos essenciais de sálvia e de tomilho com o aumento da temperatura de secagem, com os de Blanco *et al.* (2000) que verificaram alteração na proporção entre os componentes do óleo essencial de menta e com os resultados de Rocha *et al.* (2000) que também obtiveram alteração na proporcionalidade dos componentes do óleo essencial de citronela, em função da temperatura de secagem..

Analisando os resultados referentes ao teor e à composição química, verificou-se que tanto o teor do óleo essencial foi menor às temperaturas de 60 e 80°C, quanto a sua composição química foi alterada, concluindo-se que entre as 3 temperaturas de secagem avaliadas, a de 40°C é a mais recomendada para o alecrim, devido especialmente ao maior rendimento

proporcionado, pois em relação à composição química, a recomendação da temperatura de secagem ideal, dependerá da qualidade desejada do óleo essencial, que pode variar conforme o seu destino de utilização.

6.4. Experimento 2: Influência do uso de preparado biodinâmico 501 e de épocas de colheita no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim

6.4.1. Teor de óleo essencial

Os resultados obtidos em relação ao teor de óleo essencial não mostraram interação significativa entre os tratamentos principais (aplicação ou ausência de preparado biodinâmico 501 = P) e os secundários (4 épocas de colheita = S), como é mostrado na Tabela 7.

Analisando-se os resultados da Tabela 7 sobre a influência dos tratamentos principais (P1 e P2) sobre o rendimento do óleo essencial de alecrim, não foi observada diferença significativa entre os valores verificados para os dois tratamentos propostos (Tabela 8), portanto, a aplicação de Preparado biodinâmico 501 (tratamento P1) não conferiu aumento no teor de óleo essencial, não havendo resposta, para o alecrim, na manutenção do aroma conforme o relato de Rickli (1986).

Em relação aos tratamentos secundários (épocas de colheita - S1, S2, S3, S4), verificou-se diferenças significativas para o teor de óleo essencial de alecrim. Os tratamentos S1, S3, S4, correspondentes aos cortes de verão, de inverno e de primavera, respectivamente, foram semelhantes entre si e proporcionaram os maiores teores de óleo essencial,

seguidos do tratamento S2 (outono), que entretanto, proporcionou teores semelhantes aos obtidos no verão e primavera, sendo diferentes e inferiores somente aos obtidos no inverno (Tabela 9).

Tabela 7. Análise de variância do Experimento: Influência do uso de preparado biodinâmico 501(P) e de épocas de colheita (S) no teor de óleo essencial de alecrim

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	0,25	0,13	0,55 NS
Tratamentos (P)	1	0,13	0,13	5,52 NS
Resíduo (A)	2	0,46	0,23	
Parcelas	5	0,20		
Tratamentos (S)	3	0,99	0,33	4,35 *
Interação PxS	3	0,18	0,06	0,85 NS
Resíduo	12	0,83	0,07	
Total	23	2,20		

NS não significativos. * significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 8. Teor de óleo essencial de alecrim (% média m/m) em função da aplicação de preparado biodinâmico 501(P1) e da ausência de sua aplicação (P2).

Tratamentos	Teor de óleo essencial % (m/m)
P1	3,29
P2	3,15

Tabela 9. Teor de óleo essencial de alecrim (% média m/m) em função de épocas de colheita.

Tratamentos	Teor de óleo essencial (% m/m)
Verão (S1)	3,10 AB *
Outono (S2)	2,95B
Inverno (S3)	3,45 A
Primavera (S4)	3,39 AB

* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. DMS = 0,45 e CV = 8,18

Os resultados alcançados, ou seja, maiores teores de óleo essencial nas colheitas da primavera, verão e inverno (Tabela 9), diferiram, em parte, com aqueles observados por Barranco *et al.* (1980) que obtiveram maior rendimento de óleo essencial de alecrim espanhol nas estações primavera e verão, sendo que a diferença do maior teor (verão) para o menor teor (inverno) foi da ordem de 30 %. Entretanto, a região de Andalucia, onde se encontra Granada se caracteriza por possuir clima árido com precipitação média anual de 630 mm, sendo que o verão, estação mais seca (precipitação inferior a 50 mm) coincide com um período de máximas temperaturas (médias superiores a 26°C)¹

Os valores obtidos (Tabela 9), ainda demonstram que apenas no outono houve redução significativa no teor de óleo essencial da ordem de 14,5% em relação ao maior teor, obtido no inverno, sendo que o teor verificado no outono não diferiu de forma significativa dos teores produzidos na primavera e no verão.

No presente estudo, as colheitas foram realizadas ao final de cada estação, podendo-se analisar as condições climáticas (dados de temperatura e precipitação da Estação Agrometeorológica da Faculdade de Ciências Agronômicas), ocorridas nos períodos antecedente e concomitante às colheitas. Neste sentido, notou-se que as colheitas de primavera e verão foram precedidas por temperaturas médias elevadas e alta precipitação e no momento da colheita as temperaturas estavam altas e a umidade do ar estava elevada, devido às precipitações do período. A colheita de outono foi precedida por queda da temperatura e boa precipitação, especialmente no mês de maio (135,5 mm), presumindo-se que durante esta colheita a temperatura

¹ Plan de Médio Ambiente en Andalucia. http://www.cma.junta-andalucia.es/pama/capitulo2_1.html

era amena entre 15 e 17°C, conforme média de maio e junho e a umidade do ar era elevada. Durante o inverno, houve um período característico de baixa precipitação, porém as temperaturas não foram muito baixas (média de 17,5°C), sendo que no mês de agosto, antecedente a colheita, a temperatura média foi de 19,23°C, portanto na colheita de inverno (início de setembro) a umidade do ar estava baixa e a temperatura amena e em elevação. Com tais observações pode-se concluir que altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar interferem no metabolismo secundário da planta, favorecendo a produção de óleo essencial do alecrim e, dentre estes dois fatores, a umidade parece ser o fator mais relevante, neste caso, uma vez que foi a única diferença observada entre o inverno (baixa) e o outono (alta) que proporcionaram teores significativamente diferentes, e foi a única semelhança entre o outono (alta) e a primavera (alta) e o verão (alta), os quais apresentaram teores sem diferença significativa. Esta conclusão pode ser também observada nos resultados de Barranco *et al.* (1980) que obtiveram maior teor de óleo essencial de alecrim nos períodos de maiores temperaturas e menores precipitações na região de Andalucia-Espanha e nos de Donalísio *et al.* (1971) que obtiveram maior teor de óleo essencial de capim limão em 3 cortes anuais, nos meses de fevereiro, junho e outubro em Campinas - SP. Inclusive, torna-se importante frisar a grande relação que o teor de umidade da planta tem com o teor de óleo essencial, quanto menor a umidade da planta, maior é a concentração do seu óleo essencial, por isso recomenda-se a colheita de plantas aromáticas em dias claros e após a seca do orvalho (Corrêa Jr *et al.*, 1980).

Independentemente das razões sobre a diferença observada no rendimento do óleo essencial de alecrim entre as épocas estudadas, estes resultados são concordantes aos obtidos por Barranco *et al.* (1980), Cunha & Roque (1986), Singh *et al.* (1991),

Ohe *et al* (1985), Randhawa *et al* (1996) e Ventrella (2000) que observaram, em estudos com espécies de plantas aromáticas, alteração no teor do óleo essencial em função da época de colheita.

6.4.2. Composição Química do óleo essencial

Segundo as análises de variância dos seis componentes avaliados: α -pineno, mirceno, 1,8 cineol, cânfora, borneol e ϵ -cariofileno (Tabela 10), observou-se que a aplicação do preparado 501 (P1) influenciou significativamente para 1,8 cineol, um dos componentes majoritários do óleo essencial do alecrim deste experimento, aumentando sua concentração na ordem de 6% em relação a testemunha (P2) (Tabela 11). Dado que comprova que o uso do preparado biodinâmico 501 pode alterar a composição química do óleo essencial de alecrim, no caso, favorecendo a biossíntese de 1,8 cineol, alteração que pode ter sido proporcionada pelo estímulo proporcionado na planta pelo preparado 501 que é homeopático (Koepk *et al*, 1983, Rickli, 1986).

Entretanto, os resultados referentes às épocas de colheita (S) (Tabela 10), mostraram influir significativamente na proporção de todos componentes avaliados do óleo essencial, confirmando a influência que a variação das condições ambientais exerce sobre a composição química do óleo essencial, como observaram Donalísio *et al* (1971), Barranco *et al* (1980), Palevitch (1987), Ozguven & Stahl-Biskup (1989), Maffei *et al* (1993), Nemeth *et al* (1993), Ohe *et al* (1995) e Ventrella (2000).

Tabela 10. Resumo das análises de variância dos componentes α -pineno, mirceno, 1,8 cineol, cânfora, borneol, ϵ -cariofileno, em função de aplicação de preparado biodinâmico e épocas de colheita

Parâmetros	Componentes do óleo essencial					
	Alfa-Pineno	Mirceno	1,8 Cineol	Cânfora	Borneol	Trans - Cariofileno
Q.M. res. (A)	0,289	0,317	0,488	0,488	0,003	0,049
Q.M. res. (B)	0,359	0,118	0,482	0,89	0,010	0,303
F trat. P	3,04 NS	0,01 NS	175,58 **	0,21 NS	0,06 NS	0,04 NS
F trat. S	4,46 *	41,01 **	10,04 **	38,25 **	7,94 **	17,39 **
F trat (PxS)	2,19 NS	2,77 NS	9,85 **	5,93 *	1,99 NS	0,83 NS
C.V. parcela	4,65	5,02	1,19	2,74	3,61	3,72
C.V. subparcela	5,18	3,07	3,75	3,71	6,15	9,24

NS não significativos, * significativos a 1% de probabilidade pelo Teste F e ** significativos a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Tabela 11. Proporção relativa de 1,8 cineol (%) no óleo essencial de alecrim, em função do uso de preparado 501 (P1) e de sua ausência (P2).

Tratamentos	% relativa de 1,8 cineol
P1	19,12 A *
P2	17,93 B

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. D.M.S. = 0,39.

A interação entre aplicação do preparado 501 e épocas de colheita foi verificada para 1,8 cineol e cânfora, componentes majoritários do óleo essencial, somando 45 % da composição identificada. Interpretando estes resultados, tem-se que conforme a época de colheita, obtém-se um perfil diferente da composição química do óleo essencial do alecrim, em relação às percentagens relativas (proporção) de seus componentes e, ainda conforme a época do

ano, o preparado biodinâmico pode vir ou não a ter efeito sobre um ou outro componente do óleo essencial de alecrim.

Ainda, analisando a interação P x S, conforme os dados apresentados na Tabela 12, o uso do Preparado 501 diminuiu significativamente a proporção relativa de cânfora em relação ao tratamento testemunha, na época de colheita de verão. Na mesma colheita de verão, a percentagem relativa de 1,8 cineol foi significativamente superior à da testemunha, ou seja, o uso do preparado 501, durante a colheita de verão, proporcionou um óleo essencial com mais 1,8 cineol (22,8 %) e menos cânfora (11,06 %) do que o óleo obtido do alecrim produzido no tratamento testemunha, resultados semelhantes aos obtidos por Nemeth *et al* (1993) que obtiveram diminuição da concentração de cânfora quando a do 1,8 cineol aumentou e vice-versa, no óleo essencial de *Achillea crithmifolia*.

Tabela 12. Proporção relativa (%) de 1,8 cineol e de cânfora no óleo essencial de alecrim obtido na colheita de verão, em função do uso de preparado 501 (P1) e de sua ausência (P2).

Tratamentos	1,8 cineol	Cânfora
P1	20,00 A *	24,15 B
P2	16,28 B	26,82 A
D.M.S.	1,09	1,57

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Segundo Erman (1985) o processo de biossíntese dos monoterpenos pode ser dividido em cinco fases: 1) produção de ácido mevalônico a partir de unidades de acetato; 2) conversão do ácido mevalônico em unidades de isopreno, como por exemplo, o isopentenil-pirofosfato; 3) condensação de unidades de isopreno para formar ésteres (conversão de isopentenil pirofosfato para geranil-pirofosfato); 4 e 5) conversão de geranil-

pirofosfato para monoterpenos e seus derivados, através de processos que envolvem cátions intermediários e conversão por via específica para cada terpeno, seja, oxidação, hidrogenação, hidroxilação ou dehidrogenação. Sendo assim, cânfora e 1,8 cineol possuem o mesmo precursor, ou seja o geranyl-pirofosfato, porém a partir do mesmo sua biossíntese percorre vias diferentes e específicas, não sendo em nenhum momento um intermediário do outro (Erman, 1985). Por isso, o mais provável é que alguns fatores externos à planta influenciem na biossíntese destes componentes de forma contrária, ou seja, fatores que favorecem o aumento da concentração de um, proporcionam diminuição na concentração do outro. Tais fatores podem ser de ordem ambiental, biológica ou mesmo agrônômica, como é o caso da prática de aplicação do preparado biodinâmico.

Continuando a análise dos resultados acerca da influência das épocas de colheita sobre os componentes químicos avaliados (Tabela 13), verificou-se alteração no perfil químico do óleo essencial de alecrim, em relação a proporção (percentagem relativa) dos componentes avaliados, observando-se que o α -pineno encontrava-se mais abundante no óleo essencial durante as colheitas de inverno e primavera; o mircenol e a cânfora, no momento da colheita de primavera; o 1,8 cineol, durante as colheitas de verão, outono e inverno e os componentes borneol e β -cariofileno, nas colheitas de verão e outono. Estes resultados foram semelhantes aos de Barranco *et al* (1980) que também observaram que algumas substâncias do óleo essencial de alecrim encontravam-se mais ou menos abundantes conforme a época de colheita; o α -pineno, encontrava-se mais abundante na primavera e no inverno, o borneol na primavera e no outono, o mircenol na primavera, a cânfora no inverno e limoneno + cineol na colheita de verão.

Tabela 13. Principais componentes do óleo essencial de alecrim em % relativa média, em função de épocas de colheita.

Componentes do óleo essencial	<u>Épocas de colheita</u>			
	Verão (1)	Outono (2)	Inverno (3)	Primavera (4)
a-pineno	11,24 B*	11,17 B	12,30 A	11,52 AB
mirceno	10,58 C	10,38 C	11,67 B	12,27 A
1,8 cineol	20,0 A	19,67 AB	18,78 AB	18,04 B
cânfora	25,49 B	23,69 C	23,85 C	28,83 A
borneol	1,82 A	1,68 AB	1,57 B	1,58 B
t-cariofileno	6,58 A	6,92 A	5,35 B	4,98 B

* Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

6.5. Experimento 3: Influência do tempo de armazenamento e de tipos de embalagem no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim.

6.5.1. Teor de óleo essencial

Em relação ao teor de óleo essencial, não se obteve interação significativa entre os dois fatores avaliados, ou seja, entre tipos de embalagem (Fator A) e tempo de armazenamento (Fator B), conforme dados apresentados na Tabela 14.

Os dados obtidos referentes a tipos de embalagem demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, saco de papel kraft duplo (K), saco de polietileno de baixa densidade (P) e saco de papel kraft duplo + saco de polietileno de baixa densidade (KP), para o teor de óleo essencial de alecrim (Tabela 14).

Tabela 14. Análise de variância sobre a Influência do tempo de armazenamento e de tipos de embalagem no teor de óleo essencial de alecrim

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator A	2	0,03	0,02	0,397 NS
Fator B	3	0,27	0,09	23,823 **
Fator AxB	6	0,17	0	0,75 NS
Tratamentos	11	0,29	0,02	
Resíduo	36	0,14	0,04	

NS não significativos, ** significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F

Estes resultados referentes à embalagem são semelhantes aos de Paakkonen *et al* (1989) que não obtiveram diferenças significativas entre tipos de embalagem para o odor e o sabor de dill (*Anethum graveolens*), armazenado até 12 meses. Pereira *et al* (1996) também não observaram diferenças entre tipos de embalagem (plástico, vidro e papel) para o teor de fenóis totais de espinheira-santa (*Maytenus aquifolium*) após armazenamento do pó das folhas por um período de 20 meses, entretanto os fenóis não são voláteis, mas podem sofrer outros tipos de perdas por degradação química. Costa *et al.* (1998) demonstraram ainda, que as embalagens de polietileno de baixa densidade e de papel Kraft foram igualmente eficientes na preservação da qualidade em relação ao teor de umidade final e qualidade microbiológica de folhas de poejo (*Mentha pulegium*) após seis meses de armazenamento. Tais dados de literatura somados aos resultados obtidos neste experimento, indicam que tanto a embalagem de papel kraft quanto as de

polietileno e de papel kraft + polietileno são adequadas para a manutenção do teor de óleo essencial de ervas aromáticas secas, desde que armazenadas de forma correta, tomando-se todos os cuidados necessários conforme descrito por Corrêa Jr *et al* (1991) e Hertwig (1991). Na tabela 15, são apresentados os teores obtidos no experimento.

Tabela 15. Teor de óleo essencial de alecrim (%média m/m) em função de tipos de embalagem.

Tratamentos	Teor de óleo essencial (% m/m)
Embalagem K	2,61
Embalagem P	2,61
Embalagem KP	2,62

Em contrapartida, analisando-se os resultados referentes ao tempo de armazenamento, obteve-se diferença significativa entre o tratamento 1 (0 mês) com os tratamentos 3 (12 meses) e 4 (18 meses) e entre o tratamento 2 (6 meses) e o tratamento 4 (18 meses). Os tratamentos 1 e 2, 2 e 3, e, 3 e 4 foram semelhantes entre si (Tabela 16).

Tabela 16. Teor de óleo essencial de alecrim (% média m/m) em função de tempo de armazenamento.

Tratamentos	Teor de óleo essencial (% m/m)
0 mês (1)	2,71 A *
6 meses (2)	2,65 AB
12 meses (3)	2,58 BC
18 meses (4)	2,51 C

* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. CV = 2,37; DMS = 0,068

Os resultados apresentados demonstraram que o tempo de armazenamento influenciou significativamente no teor de óleo essencial do produto armazenado, sendo que depois de 6 meses, houve um decréscimo significativo no teor de óleo essencial de alecrim, confirmando as observações de Corrêa Jr *et al* (1991) ao relatarem que, em geral, quanto maior o período de armazenamento, maior a perda de princípios ativos. Apesar deste fato, pode-se observar através dos dados obtidos, que as folhas de alecrim acondicionadas e armazenadas de forma adequada, mantêm um bom teor de óleo essencial até 12-18 meses, com perdas da ordem de 5-7% em relação ao teor obtido imediatamente após secagem, ou seja, do teor do óleo essencial extraído do produto não armazenado (tratamento 1).

Tal observação torna-se relevante ao se analisar os resultados atingidos por Paakkonen *et al.* (1989) que não observaram mudanças significativas no odor e no sabor de dill, características organolépticas inerentes ao seu óleo essencial, após um ano de armazenamento. Entretanto, todo óleo essencial é muito volátil (Correa Jr. *et al.*, 1991) e por isso toma-se difícil não ocorrer diminuição do seu teor no produto armazenado por um ano. Desta forma, os dados destes autores podem levantar a hipótese de que mesmo se houve alguma perda no teor de óleo essencial de dill em função do tempo de armazenamento, a mesma não comprometeu as características de odor e sabor desta erva aromática. Esta inferência pode ser importante quando estas ervas secas têm como destino a indústria de alimentos ou a culinária caseira, pois neste caso, a análise sensorial das características organolépticas pode ser importante para, somando-se ao teor de óleo essencial, ajudar na determinação do período máximo que uma erva seca pode ser armazenada mantendo a qualidade necessária para a preparação de alimentos.

6.5.2. Composição Química do óleo essencial

Para a determinação da influência de tipos de embalagem e de tempo de armazenamento sobre a composição química do óleo essencial, agruparam-se os componentes identificados em 3 grupos, o primeiro contendo a-pineno e mirceno; o segundo com 1,8 cineol e cânfora e o terceiro e último grupo contendo borneol e t-cariofileno. A diferença básica entre eles é que no primeiro encontravam-se os monoterpenos mais leves, no segundo os monoterpenos majoritários em percentagem relativa (1,8 cineol e cânfora) e, no terceiro grupo, encontravam-se todos os sesquiterpenos e mais os demais monoterpenos menos abundantes.

Segundo a análise de variância (Tabela 17), verificou-se que tanto os tipos de embalagem quanto o tempo de armazenamento influenciaram a composição química do óleo essencial em sua totalidade (3 grupos), sendo que a interação entre estes dois tratamentos somente não foi observada para o grupo 2.

Tabela 17. Resumo das análises de variância dos 3 grupos de componentes do óleo essencial de alecrim, em função de tipos de embalagem (A) e de tempo de armazenamento (B).

Parâmetros Estatísticos	Grupo 1 (a-pineno + mirceno)	Grupo 2 (1,8 cineol + cânfora)	Grupo 3 (borneol + t-cariofileno)
Q.M. res.	1,016	0,551	0,416
F trat. A	10,81 **	6,25 **	4,72 *
F trat. B	85,89 **	25,08 **	112,43 **
F trat. Ax B	4,90 **	2,15 NS	4,07 **
C.V.	3	1,46	4,15

NS não significativo, * significativo a 1% de probabilidade pelo teste F e ** significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em relação a tipos de embalagem, a embalagem KP (Kraft+polietileno) apresentou percentagens relativas diferentes das demais embalagens (Kraft-K e polietileno-P) para os grupos 1 e 3, sendo que para o grupo 2, foi semelhante à embalagem P e diferente da embalagem K. Comparando-se os resultados dos grupos 1 e 3, observou-se ainda que foram inversamente proporcionais, provavelmente devido à relatividade dos dados, ou seja, diminuindo-se a percentagem relativa do grupo 1, aumentou-se a do grupo 3 (Tabela 18).

Tabela 18. Influência de tipos de embalagem na composição química do óleo essencial de alecrim (% relativa de grupos de componentes).

Embalagens	% relativa dos componentes do óleo essencial		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
K	34,19 A *	50,46 B	15,30 B
P	33,75 A	50,80 AB	15,37 B
KP	32,60 B	51,38 A	15,94 A

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando os dados da Tabela 19 sobre a influência do tempo de armazenamento nos grupos de componentes do óleo essencial de alecrim, notou-se maior alteração nos grupos 1 e 3, sendo que aos 6 meses obteve-se a menor percentagem relativa do grupo 1 e a maior do grupo 3. Aos 12 meses, o grupo 1 manteve-se e a percentagem relativa do grupo 3 começou a diminuir e aos 18 meses observou-se um ganho na percentagem do grupo 1, enquanto o grupo 3 continuava a perder em percentagem relativa.

Tabela 19. Influência do tempo de armazenamento na composição química do óleo essencial de alecrim (% relativa de grupos de componentes).

Tempo de armazenamento	% relativa dos componentes do óleo essencial		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0 mês	37,26 A *	49,34 B	13,32 D
6 meses	31,32 C	50,98 A	17,66 A
12 meses	31,79 C	51,48 A	16,64 B
18 meses	33,69 B	51,72 A	14,53 C

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Esta diferença de respostas entre os componentes do óleo essencial, às alterações em função do tempo de armazenamento, também foi observada por Venskutonis *et al.* (1996) ao avaliarem o óleo essencial de tomilho, obtendo pouca alteração em componentes majoritários como o timol em relação a um outro grupo composto, dentre outros, por monoterpenos mais leves.

Continuando a análise, estes resultados indicam ainda, que até os seis meses ocorre o máximo de perdas dos monoterpenos mais leves ou mais voláteis (grupo 1) e a partir de então, o grupo 3 que possui os monoterpenos menos voláteis e os sesquiterpenos que são menos voláteis e também menos estáveis é o que passa a ter maiores perdas em percentagem relativa de seus componentes. O grupo 2 é também alterado a partir de 6 meses, mantendo sua percentagem relativa até os 18 meses. Entretanto, torna-se pertinente notar que, o óleo essencial extraído aos 18 meses é o mais semelhante, proporcionalmente, ao óleo essencial extraído do produto não armazenado, como pode ser também verificado nos resultados referentes à interação entre os 2 tratamentos apresentados nas Tabelas 20 e 21.

Tabela 20. Interação de tempo de armazenamento dentro de tipos de embalagem no grupo 1 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).

Tempo de armazenamento	Tipos de embalagem		
	K	P	KP
0 mês	37,48 A *	37,08 A	37,21 A
6 meses	33,55 B	30,97 C	29,45 C
12 meses	32,62 B	32,06 C	30,67 C
18 meses	33,55 B	34,92 B	33,03 B

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 21. Interação de tempo de armazenamento dentro de tipos de embalagem no grupo 3 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).

Tempo de armazenamento	Tipos de embalagem		
	K	P	KP
0 mês	13,25 C *	13,56 C	13,15 D
6 meses	16,61 A	17,8 A	18,59 A
12 meses	16,32 A	16,29 B	17,31 B
18 meses	15,04 B	13,83 C	14,72 C

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Venskutonis *et al.* (1996) obtiveram alterações na proporcionalidade dos componentes do óleo essencial de tomilho em função de tempo de armazenamento, sugerindo também que uma das possíveis razões dessa alteração foi a perda dos componentes mais voláteis, especialmente os monoterpênicos, além da ocorrência de mudanças químicas e oxidação no óleo essencial, apesar das boas condições de armazenamento: embalagem de polietileno de alta densidade, sob temperatura ambiente e protegido de luz direta.

Nas tabelas 20 e 21, verificou-se que a embalagem K foi capaz de conservar mais o grupo 1 dos monoterpenos mais leves até os 12 meses de armazenamento. Entretanto, aos 18 meses ocorreu nos 3 tipos de embalagem uma tendência de estabilização das

percentagens relativas dos 2 grupos, próximas às obtidas no tratamento 1 (produto não armazenado=testemunha). Tais resultados podem sugerir que a composição química do óleo essencial de alecrim sofre alterações mais drásticas durante o primeiro ano de armazenamento do produto, mas que a partir de então, ocorre uma tendência de estabilização próxima ao óleo essencial do produto não armazenado, ou seja, a proporcionalidade entre os componentes tende a se aproximar daquela inicial, obtida do óleo essencial extraído da testemunha (o mês).

Esta tendência também pode ser observada nos dados da interação entre os tratamentos apresentados nas tabelas 22 e 23, indicando que novas investigações devam ser realizadas, pois um período maior de armazenamento pode confirmá-la e elucidar o motivo de sua ocorrência.

Tabela 22. Interação de tipos de embalagem dentro de tempo de armazenamento no grupo 1 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).

Tempo de armazenamento	Tipos de embalagem		
	K	P	KP
0 mês	37,48 NS	37,08 NS	37,21 NS
6 meses	33,55 A *	30,97 B	29,45 B
12 meses	32,62 A	32,06 B	30,67 B
18 meses	33,55 B	34,92 A	33,03 B

NS = não significativos; * médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 23. Interação de tipos de embalagem dentro de tempo de armazenamento no grupo 3 de componentes do óleo essencial de alecrim (% relativa).

Tempo de armazenamento	Tipos de embalagem		
	K	P	KP
0 mês	13,25 NS	13,56 NS	13,15 NS
6 meses	16,61 B *	17,80 A	18,59 A
12 meses	16,32 NS	16,29 NS	13,31 NS
18 meses	15,04 A	13,83 B	14,72 AB

NS = não significativos; * médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A razão da embalagem K ter mantido mais a percentagem relativa dos monoterpenos mais leves (grupo 1), especialmente nos primeiros meses, talvez possa ser explicada por ser feita apenas de papel, pois o polietileno existente nas demais embalagens (P e KP) pode ter proporcionado uma maior temperatura inicial dentro da embalagem, e conseqüente aceleração na perda dos componentes mais voláteis, devido à sua característica de menor troca de gases com o meio, comparando-se com o papel (Alvim & Gil, 1974; Cabral & Soler, 1978; Vitti *et al.*, 1990), apesar da embalagem de papel ser dupla. Observou-se também (Tabela 18) que a embalagem KP foi a que mais proporcionou perdas no grupo 1 de componentes do óleo essencial de alecrim, possivelmente devido à mesma ser a soma das outras 2 embalagens, e portanto a que proporciona menores trocas com o meio, possibilitando uma temperatura maior em seu interior. Outra hipótese é a da absorção de componentes voláteis do óleo essencial pela embalagem de polietileno, conforme o descrito por Gilbert *et al.* (1965) e Serapião (1986).

A alteração da composição química em função de condições e tempo de armazenamento também foi observada por Letchamo (1993) que verificou que o glicosídeo epigetrina foi mais abundante nas flores de camomila após um ano de seu armazenamento do que nas flores recém colhidas. Já Pereira *et al.* (1996) verificaram que o pó de espinheira santa manteve seu teor de fenóis totais após 20 meses de armazenamento, entretanto não houve um monitoramento dos fenóis durante o período, cabendo ressaltar que estas substâncias não são voláteis como os óleos essenciais.

Infelizmente, não se encontraram mais estudos científicos avaliando a composição química dos óleos essenciais em função de embalagens e tempo de armazenamento, que pudessem ajudar na interpretação dos dados alcançados, em contrapartida, os resultados deste estudo confirmam a necessidade de mais investigações científicas sobre este assunto e sugerem que a definição da melhor embalagem e do tempo máximo de armazenamento para o alecrim, dependerá da composição química desejada do óleo essencial, variável conforme seu destino de utilização.

7. CONCLUSÕES

Sob as condições experimentais desenvolvidas no presente estudo, a análise dos resultados obtidos permitiu chegar às seguintes conclusões:

- O aumento de temperatura diminui o teor de óleo essencial de alecrim e altera sua composição química.
- O Preparado 501 aumenta a % relativa de 1,8 cineol no óleo essencial de alecrim, mas não altera o rendimento do óleo essencial.
- A época de colheita altera o teor e a composição química do óleo essencial de alecrim.
- Com o passar do tempo de armazenamento, há redução do teor do óleo essencial de alecrim e sua composição química é alterada.
- Os tipos de embalagem não interferem no teor de óleo essencial de alecrim durante o armazenamento adequado, entretanto influenciam na manutenção da composição química especialmente no primeiro ano de estocagem.

- A determinação das melhores condições de colheita, secagem, embalagem e armazenamento dependerá do interesse no rendimento ou na composição química do óleo essencial, variável conforme seu destino de comercialização.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS²

ABDUL-GHANI, A.S., EL-LATI, S.G., SACAAN-AL, SULEIMAN, M.S., AMIN, R.M.

Anticonvulsant effects of some Arab medicinal plants. *Int. J. Crude Drug Res.*, v.25, n. 1, p.39-43, 1987.

ADAMS, R. P. *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy*. Illinois: Allured Publishing, 1995. 468p.

ALVIM, D. D., GIL, L. R. P. Características de materiais nacionais para embalagens flexíveis. *Bol Inst. Tecnol. Alimen.*, n.38, p.39-61, 1974.

² Uiversidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agronômicas. Normas para elaboração de dissertações e teses. Botucatu, 1997. 35p.

BARRANCO, R., CARRASCO, J., MARTIN, E., FRASQUET, F. Etude comparative entre les huiles essentielles de romarin sylvestre et cultivé. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DES HUILES ESSENTIELLES, 8, Cannes-Grasse. *Anais...* Cannes: 1980. p. 364-7.

BESSA, M. A. *Filosofia da homeopatia-análise das noções de força vital, natureza e homem no pensamento de Hahnemann*. Curitiba: Aude Sapere Editora, 1994. 120p.

BLANCO, M. C. S. G., MING, L. C., MARQUES, M. O. M., BOVI, O. A. Influência da temperatura de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de menta. *Hortic.. Bras.*, v.18, p.901-3, 2000.

BUGGLE, V., MING, L. C., FURTADO, E. L., ROCHA, S. F. R., MARQUES, M. O. M. Influence of different drying temperatures in the amount of essential oil and citral content in *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf - Poaceae . *Acta Hortic.(Wageningen)*, v.500, p.71-4, 1999.

CABRAL, A. C. D., SOLER, R. M. Principais termoplásticos utilizados na embalagem de alimentos. *Bo. Inst. Tecnol. Aliment.*, n.55, p.77-91, 1978.

CARIBÉ, J., CAMPOS, J. M. *Plantas que ajudam o homem - guia prático para a época atual*. São Paulo: Pensamento, 1991. 321p.

- CASTRO, D. M., CASALI, V. W. D., ARMOND, C., DUARTE, E. S. M., ALMEIDA, A. A., HENRIQUES, E., ARRUDA, V. M., SILVA, C. V. Resposta do rabanete à homeopatia *Phosphorus* na escala centesimal. *Hortic.. Bras.*, v.18, p.550-1, 2000.
- CASTRO, J. P. Patogenesias em algumas plantas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE A HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 1, 1999, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.47-53.
- CEREDA, M. P. Embalagens e sua utilização em produtos agropecuários. In: CEREDA, M. P., SANCHES, L. (Coord.). *Manual de armazenamento e embalagem*. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1983. p.34-60.
- CHALCHAT, J.C., GARRY, R.P., MICHET, A., BENJILALI, B., CHABART, J.L. Essential oils Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.) the chemical composition of oils of various origins (Morocco, Spain, France). *J. Essent. Oil Res.*, n.5, p.613-8, 1993.
- CHEN, Q. Y., SHI, H., HO, C. T. Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybean lipoxygenase activity. *J Am. Oil Chem. Soc.*, v.69, p.999-1002, 1992.

- CORRÊA JUNIOR., C., MING, L. C., SCHEFFER, M. C. *Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas*. Curitiba: EMATER - Paraná, 1991. 162p.
- COSTA, C., CASALI, V.W.D., ANDRADE, N. J. Métodos de conservação pós-colheita e qualidade da matéria prima do poejo (*Mentha pulegium*). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998, Água de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia*: Sociedade Brasileira de plantas medicinais, 1998. (resumo 08.002)
- CUNHA , A . P., ROQUE, O . R. Contribuição para o estudo do óleo essencial de alecrim nacional - variações quantitativas dos principais constituintes durante a floração de primavera. *Bol. Fac. Farm. Coimbra*, n. 10, p.5 - 13, 1986.
- DEANS, S. G., SVOBODA, K. P. Effect of drying regime on volatile oil and microflora of aromatic plants. *Acta Hortic. (Wageningen)*, n.300, p.450-2, 1992.
- DEFFUNE, G. *Curso fundamental de revisão e prática de agroecologia, agricultura orgânica e alelopatia aplicada*. London: Wye College – University of London, 1998. 28 p.
- DONALÍSIO, M. G. R.; D'ANDREA PINTO, A. J.; SOUZA, C. J.; GRID-PAPP, I. Experimento sobre época e frequência de colheita do capim-limão (*Cymbopogon citratus* D. C. Stapf.).

In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 5, 1971, Rio de Janeiro.

Anais... Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1971. p.117-21.

ERMAN, W. F. *Chemistry of the monoterpenes-an encyclopedic handbook*. New York: Marcel Dekker, 1985. 1079p.

FARAG, R. S., DAW, Z. Y., HEWEDI, F. M., EL-BAROTY, G. S. A . Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oil. *J. Food. Prot.*, v. 52, p.665 - 7, 1989.

FLÜCK, H., SCHIB, R. J., POWSON, J. M.. *Medicinal plants and their uses*. London: W. Foulsham,, 1976. 188p.

FRAZÃO, S., CUNHA. J. Estudo comparativo das características físicas e químicas de óleos essenciais de alecrim portugueses e estrangeiros. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 5, 1971, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1971. p.351-4.

GIACOMETTI, D. C. *Ervas condimentares e especiarias*. São Paulo: Nobel, 1989. 158p.

GILBERT, S. G., OETZEL, L. I., ASP. W., BRAZIER, L. Transfer of volatile substances. *Mod. Packag.*, p.167-70, maio,1965.

GIRON, L.M., AGUILLAR, G.A., CACERES, A., ARROYO, G.L.. Anticandidal activity of plants used for the treatment of vaginitis in Guatemala and clinical trial of a *Solanum nigrescens* preparation. *J. Ethnopharmacol.*, v. 22, n.3, p.307-13, 1988.

GUENTHER, E. *The essential oil: individual essential oils of the plant families Rutaceae e Labiatae*. New York: D. Van Nostrand, 1949, v.3, 777p.

HAZRA, P., KAHOL, A . P., AHMED, J. Study of the effect of mode of drying on the yield, quality and steam consumption in distillation of essential oil of *Mentha arvensis*. *Indian Perfum.*, n. 34, p. 45-55, 1990.

HERTWIG, von I.F. *Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização*. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1991. 414p.

HOEFLER, C., FLEURENTIN, J., MORTIER, F., PELT, J.M., GUILLEMAIN, J. Comparative choleretic and hepatoprotective properties of young sprouts and total plants extracts of *Rosmarinus officinalis* in rats. *J. Ethnopharmacol.*, v. 19, n. 2, p.133-43, 1987.

- HUANG, M. T., HO, C.T., WANG, Z.Y., STAUBER, K., GEORGIADIS, C., LASKIN, J.D., CONNEY, A.D. Inhibitory effect of na extract of leaves of *Rosmarinus officinalis* L. on tumor initiation and promotion in the skin of CD-1 mice. *Food and cancer prevention: chemical and biological aspects*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, p. 209-13, 1993.
- INNECCO, R., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M. Estudos sobre a época de corte e espaçamento da alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.). *Hortic. Bras.*, v.16, n.1, 1998. (resumo 136).
- JACKSON, B. P., SNOWDON, D. W. *Atlas of microscopy of medicinal plants, culinary herbs and spices*. Boca Raton: CRC Press, 1990. p.202-3.
- KOEPK, H. H., SCHAWMANN, W., PETTERSON, B. D. *Agricultura biodinâmica*. São Paulo: Nobel, 1983. 316p.
- KOSSAK-ROMANACH, A. *Homeopatia em 1000 conceitos*. São Paulo: ELCID, 1984. 607p.
- KOVAR, K.A ., GROPPER, B., FRIESS, D., AMMON, H.P.T. Blood levels of 1,8 cineole and locomotor activity of mice after inhalation and oral administration of rosemary oil. *Planta Med.*, v. 53, p.315-8, 1987.

- LETCAMO, W. Effect of storage temperatures and duration on essential oil and flavonoids of chamomile. *J. Herbs, Spices Med-Plants*, v. 1, p.13-26, 1993.
- MAFFEI, M., MUCCIARELLI, M., SCANNERINI, S. Environmental factors affecting the lipid metabolism in *Rosmarinus officinallis* L. *Biochem. Syst. Ecol.*, v.21, p.765-84, 1993.
- MARTINS, P. M., MELO, E. C., CORRÊA, P. C., BARBOSA, L. C.A., SANTOS, R. H. S. Influência da temperatura e velocidade do ar de secagem no teor e composição química de capim limão. *Hortic. Bras.*, v. 18, p.911-3, 2000.
- MATTOS, J. K. A. *Plantas medicinais-aspectos agronômicos*. Brasília: Gráfica Gutenberg, 1996. 51p.
- MCLAFFERTY, F. W.; STAUFFER, D. B., STENHAGEN, E., HELLER, S. R. *The Willey INBS Registry of Mass Espectral Data*. New York: Willey, 1989. v. 1-6.
- NEMETH, E., BERNATH, J., HETHELYI, E. Diversity in chemotype reaction affected by ontogenetical and ecological factors. *Acta Hort.(Wageningen)*, n. 344, p.178-87, 1993.
- OHE, C., MINAMI, M., HASEGAWA, C., ASHIDA, K., SUGINO, M. Seasonal variation in production of the head and accumulation glycosides in the head of *Matricaria chamomilla*. *Acta Hort.(Wageningen)*, n. 390, p.75-82, 1995.

OLIVEIRA, F., AKISUE, G., AKISUE, M. K. *Farmacognosia*. São Paulo: Atheneu, 1998. 412p.

OZGUVEN, M., STAHL-BISKUP, E. Ecological and ontogenetical variation in essential oil of *Origanum vulgare*. *Planta Med.*, n. 55, p.693, 1989.

PAKKONEN, K., MALSMTEN, T., HYVONEN, L. Effects of drying method, packaging and storage temperature and time on the quality of dill (*Anethum graveolens* L.). *J. Food Sci.*, v.54, p. 1485-7, 1989.

PALEVITCH, D. Recent advances in the cultivation of medicinal plants. *Acta Hort.*(Wageningen), v. 208, p.29-34, 1987.

PAZINATO, B. C. *Uso culinário de ervas aromáticas*. Campinas: CATI, 2000. 20p.

PEREIRA, A.M.S., BERTONI, B.W., PAGOTTO, L.A.Z., FRANÇA, S.C. Influência de período e condições de armazenamento no teor de fenóis totais em *Maytenus aquifolium* In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 14, 1996. Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Sociedade Brasileira de Plantas Medicinais, 1996. (resumo A 005)

PICCAGLIA, R., DELLACECAA, V., MARROTTI, M., GIOVANELLI, E., PUTIEVSKY, E.

Agronomic factors affecting the yields and the essential oil of peppermint (*Mentha X piperita* L.).

Acta Hort.(Wageningen), v. 344, p.29-40, 1993.

RANDHAWA, G. S., SATINDER, K., KAUR, S., CRAKER, L. E., NOLAN, L., SHETTY, K.

Optimization of harvesting time and row spacing for the quality oil in japanese mint (*Mentha arvensis* L.) varieties. *Acta Hort.*(Wageningen), v. 426, p. 615-22, 1996.

RICKLI, R. C. *Os preparados biodinâmicos*. 2. ed. Botucatu: Edições Centro Deméter, 1986.

63p.

ROBBINS, S. R. J., GREENHALGH, P. *The markets for select herbaceous essential oils*.

London: Tropical Products Institute, 1979. 60 p.

ROCHA, S. F. R., MING, L. C., MARQUES, M. O. M. Influência de cinco temperaturas de

secagem no rendimento e composição do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowit). *Rev. Bras. Plant. Med.*, v. 3, n. 1, p. 73-8, 2000.

RUSSEL, J. B. *Química geral*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. 897p.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. (Ed.). *Para pensar o desenvolvimento sustentável*. Brasília: Brasiliense, 1993. p. 29-56.

SÃO PAULO, SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. *Plano plurianual do agronegócio paulista 1999-2002*. Resolução SAA n.12 de 16 de junho de 1999.

SERAPIÃO, J. F. Embalagens flexíveis compostas – evolução e novas aplicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EMBALAGEM, 4, 1986, São Paulo. *Anais...*São Paulo: Associação Brasileira de Embalagem, 1986. p.1-8.

SHAAYA, E., RAVID, U., PASTER, N., JUVEN, B., ZISMAN, U., PISSAREV, V. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *J. Chem. Ecol.*, v. 17, p.499 - 504, 1991.

SILVA, F., CASALI, V.W.D., ANDRADE, N.J., RIBEIRO, R. Qualidade pós-colheita de três plantas medicinais armazenadas em três embalagens. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998. Águas de Lindóia. *Anais...* Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Plantas Medicinais, 1998. (resumo 08.001).

SINGH, A. K., NAQVI, A.A., RAM, G., KAMLA, S., SINGH, K. Effect of hay storage on oil yield and quality in three *Cymbopogon* species (*C. winterianus*, *C. martinii* and *C. flexuosos*) during different harvesting seasons. *J. Essential Oil Res.*, v. 6, n.3, p.289-94, 1994.

SINGH, K., KOTHARI, S. K., CHAUHAN, H. S., SINGH, J. P.. Effect of harvesting dates and nitrogen on growth, light utilization, nitrogen use efficiency and oil yield of spearmints (*Mentha spicata* and *Mentha cardiaca*). *J. Agric.*, v. 9, p.282-91, 1991.

SINGH,K., KOTHARI. , S. K., CHAUHAN, H. S., RAM, P. Harvesting schedule and nitrogen requirement of japanese mint (*Mentha arvensis*). *Int. J. Trop. Agric.*, v.10, p.261-8, 1992.

SOLIMAN, F.M., EL-KASHOURY, E.A., DATHY, M.M., GONAIID, M.H. Analysis and biological activity of essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. from Egypt. *Flavour, Fragrance J.*, v. 9, n.1, p.29-33, 1994.

STEINMETZ, M.D., MOULIN, T.J., REGLI,P. Transmission and scanning electronmicroscopy study of action of sage and rosemary essential oils and eucalyptol on *Candida albicans*. *Mycoses*, v. 31, n.1, p. 40-51, 1988.

TORRES, M. C. L., PEREIRA, A . S., TEIXEIRAS, M. A ., STRINGHETA, P. C. Inibição de *Salmonella* por extrato de alecrim (*Rosmarinus officinallis*) 2. Efeito dos extratos etanólicos e aquoso. *Na. Esc. Agron. Vet. – Univ.Fed. Goiás*, n. 1, p.59-67, 1984.

UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE. *Tropical Products report*. Washington, 1996. 16p.

VENSKUTONIS, R., POOL, L., LARSEN, M. Influence of drying and irradiation on the composition of volatile compounds of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Flavour Fragrance J.*, v.11, p.123-8, 1996.

VENSKUTONIS, P. R. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chem.*, v. 59, n. 2, p. 219-27, 1997.

VENTRELLA, M. C. *Produção de folhas, óleo essencial e anatomia foliar quantitativa de Lippia alba (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) em diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita*. Botucatu, 2000. 84p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

- VITTI, P., PADULA, M., PACHECO, I.A., SARTORI, M. R., GARCIA, E. E. C., PIZZINATO, A., LEITÃO, R. F. F., SILVEIRA, N. F. A. Uso de embalagem de polietileno de baixa densidade para farinha de trigo. *Col. Inst. Tec. Aliment.*, v. 20, n. 2, p.210-25, 1990.
- VOKOU, D., VARELTZIDOU, S., KATINAKIS, P.. Effects of aromatic plants on potato storage: sprout supression and antimicrobial activity. *Agric. Ecosystems Environ.*, v. 47, n.3, p.223 -35, 1993.
- WHITE, J. G. H., ISKANDAR, S. H., BARNES, M. F.. Peppermint effect of time of harvest on yield and quality of oil. *N. Z. J. Exp. Agric.*, v. 15, p.73-9, 1987.
- ZEGARSKA, Z., AMAROWICE, R., KARAMAC, M., RAFALOWSKI, R. Antioxidative effect of rosemary ethanolic extract on butter. *Milchwissenschaft*, v. 51, p.195-8, 1996.

APÊNDICE

Apêndice 1. Composição química do óleo essencial de alecrim em função de temperaturas de secagem (dados médios)

Composição do óleo essencial	40 °C	60 °C	80 °C
triciclano	-	-	-
a-pineno	15,38	13,55	9,97
canfeno	4,00	3,51	3,22
thuja-2,4 (10)-dieno	0,20	0,17	0,17
sabineno	2,29	2,64	1,33
octen-3-ol	0,79	0,64	0,70
mirceno	12,86	11,06	10,50
a -felandreno	0,25	0,23	0,25
limoneno	0,62	0,79	0,77
dietil-benzeno	0,66	0,71	0,74
1,8 cineol	17,36	17,17	17,60
?-terpineno	3,62	2,56	2,65
terpinoleno	1,33	1,65	1,74
cis-4-thujanol	1,48	1,23	2,18
cânfora	25,00	26,77	28,10
t-pinocanfona	0,26	-	-
pinocarvona	0,37	0,43	0,49
borneol	1,28	1,25	2,11
cis-pinocanfona	0,71	0,91	0,94
4-terpineol	1,41	1,61	1,91
a -terpineol	1,55	2,28	2,40
verbenona	2,35	3,44	3,68
acetato de bornila	0,36	0,63	0,82
a -copaeno	-	0,23	0,30
t-cariofileno	4,69	4,64	4,98
a -humuleno	0,47	0,86	1,16
? -himachaleno	0,15	0,30	0,42
cadineno	0,24	0,40	0,52
não indentificado	0,32	0,34	0,35

Apêndice 2. Composição química do óleo essencial de alecrim em função de uso de preparado biodinâmico (P1) e de épocas de colheita (dados médios)

Composição do óleo essencial	P1 verão	P2 verão	P1 outono	P2 outono	P1 inverno	P2 inverno	P1 primavera	P2 primavera
trícicleno	0,22	0,21	0,20	0,23	0,17	0,35	-	-
a-pineno	11,25	11,23	10,56	11,76	11,86	12,74	12,34	10,68
canfeno	0,44	0,46	0,24	0,26	0,20	0,30	0,29	0,33
thuja-2,4 (10)- dieno	3,82	3,33	3,50	4,27	4,02	4,38	3,82	3,45
sabineno	0,75	0,78	3,83	4,31	4,38	5,46	3,44	2,85
octen-3-ol	0,28	0,33	0,57	0,32	0,36	0,34	0,47	0,54
mircenol	10,94	10,40	10,31	10,45	11,8	11,54	12,6	11,67
a-felandreno	0,37	0,40	0,44	0,25	0,17	0,21	0,43	0,37
limoneno	1,19	1,15	0,61	0,61	0,51	0,62	0,63	0,60
dietil-benzeno	0,67	0,74	0,66	0,66	0,50	0,49	0,20	0,20
1,8 cineol	20,00	16,28	19,25	17,10	20,50	17,06	19,02	17,06
?-terpineno	1,39	1,65	1,66	1,62	2,00	2,89	2,43	2,40
terpinoleno	0,83	0,95	0,79	0,80	0,63	0,75	0,70	1,10
cis-4-thujanol	1,47	1,98	1,59	1,68	1,60	2,12	1,12	1,05
cânfora	24,15	26,82	23,57	23,81	24,56	23,14	27,5	30,13
t-pinocanfona	0,89	0,92	0,12	0,30	0,25	0,29	0,35	0,62
pinocarvona	0,62	0,96	0,40	0,69	0,58	0,60	0,62	0,85
borneol	1,85	1,79	1,74	1,82	1,54	1,50	1,55	1,61
cis-pinocanfona	1,89	2,19	1,39	0,99	0,64	0,60	0,20	0,75
4-terpineol	1,61	2,01	2,54	2,85	1,55	1,85	1,65	1,84
a-terpineol	1,89	1,98	0,98	0,77	0,56	0,60	0,65	0,73
verbenona	4,16	4,43	3,65	3,55	2,47	2,65	2,38	2,55
acetato de bornila	0,44	0,54	0,64	0,90	1,10	1,26	0,95	0,93
a-copaeno	0,16	0,20	0,40	0,48	0,23	0,30	0,20	0,34
t-cariofileno	6,71	6,23	7,32	6,72	5,63	5,47	4,71	5,25
a-humuleno	0,55	0,54	1,29	0,98	0,83	0,97	0,62	0,71
?-himachaleno	0,22	0,20	0,51	0,47	0,31	0,35	0,26	0,31
cadineno	0,47	0,31	0,64	0,51	0,35	0,42	0,31	0,36
não indentificado	0,77	0,99	0,60	0,84	0,70	0,75	0,56	0,72

Apêndice 3. Composição química do óleo essencial de alecrim em função de tipos de embalagem (K=Kraft, P=polietileno, KP= K+P) e de tempo de armazenamento (1 = 0 mês, 2 = 6 meses, 3 = 12 meses, 4 = 18 meses) (dados de uma repetição)

Composição química do óleo essencial	K 1	P 1	KP 1	K 2	P 2	KP 2	K 3	P 3	KP 3	K 4	P 4	KP 4
tricicleno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a-pineno	10,48	10,20	10,44	12,59	11,91	10,99	13,15	12,47	12,51	13,18	14,48	12,17
canfeno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
thuja-2,4 (10)-dieno	3,31	3,12	2,98	3,89	3,70	3,34	4,02	3,85	3,83	4,05	4,87	3,81
sabineno	4,47	4,22	4,28	2,39	2,26	1,99	1,49	1,33	1,36	1,16	1,37	1,12
octen-3-ol	0,24	0,25	0,23	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-
mircenol	12,65	12,36	12,65	11,57	11,26	10,92	11,91	11,63	11,16	11,63	11,79	10,55
a -felandreno	0,26	0,25	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
limoneno	0,93	0,89	0,81	0,55	0,58	0,44	0,54	0,52	0,44	0,46	0,64	0,36
dielil-benzeno	0,56	0,66	0,51	1,10	1,06	1,03	1,53	1,49	1,44	1,84	2,25	1,88
1,8 cineol	15,83	15,59	16,01	18,01	18,09	18,00	18,7	18,50	18,65	18,85	19,16	18,03
?-terpineno	3,34	3,27	3,24	2,94	2,77	2,34	3,07	2,94	2,78	2,78	3,90	2,79
terpinoleno	2,30	2,41	2,12	1,14	1,11	0,87	0,72	0,67	0,61	0,38	0,49	0,32
cis-4-thujanol	0,90	0,87	0,82	1,23	1,20	1,06	1,17	1,15	1,10	1,19	1,10	1,36
cânfora	22,79	22,53	23,03	25,12	25,91	27,69	25,89	26,91	27,24	26,99	24,95	27,60
t-pinocanfona	0,72	0,78	0,73	0,20	0,27	-	-	0,28	-	0,26	-	0,29
pinocarvona	0,24	0,27	0,26	0,26	0,46	0,44	0,45	0,55	0,46	0,50	0,47	0,51
borneol	1,61	1,74	1,79	1,82	1,89	1,92	1,65	1,74	1,79	1,63	1,44	1,98
cis-pinocanfona	0,80	0,82	0,78	0,89	0,88	0,75	0,73	0,77	0,80	0,75	0,68	0,97
4-terpineol	2,08	2,42	2,03	2,03	2,07	1,96	1,94	1,97	1,96	2,01	1,84	2,30
a-terpineol	0,59	0,67	0,62	0,89	0,92	0,97	0,73	0,83	0,83	0,70	0,67	0,80
verbenona	4,04	3,97	4,03	3,17	3,31	3,31	2,95	3,13	2,87	2,94	2,85	3,66
acetato de bornila	0,59	0,67	0,56	0,89	0,92	0,98	0,73	0,82	0,85	0,70	0,61	0,83
a-copaeno	0,3	0,33	0,31	0,35	0,35	0,46	0,32	0,32	0,37	0,37	0,33	0,40
t-cariofileno	7,67	8,23	8,39	5,88	6,05	6,95	5,38	5,44	5,86	4,95	3,82	5,40
a -humuleno	1,20	0,99	1,20	0,96	1,02	1,13	0,92	0,90	0,96	0,83	0,61	0,90
?-himachaleno	0,44	0,48	0,45	0,42	0,44	0,56	0,42	0,41	0,45	0,50	0,43	0,53
cadineno	0,48	0,51	0,47	0,53	0,54	0,55	0,54	0,55	0,50	0,47	0,37	0,58
não indentificado	1,18	1,50	1,06	0,99	1,03	1,35	1,05	0,83	1,18	0,88	0,88	0,86