

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**COLETA, PROSPECÇÃO EM HERBÁRIOS E ESTUDOS SOBRE  
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE CAPIM LIMÃO (*Elionurus sp.*)**

Ana Carolina Gonçalves da Silva Nunes  
Bióloga (UniCEUB)

Dissertação apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia  
Área de Concentração Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil  
Abril de 2008



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e ao meu irmão, que mesmo longe, sempre me deram força e me incentivaram.

Ao meu namorado que sempre me apoiou e foi muito compreensivo.

À duas pessoas que contribuíram muito para a execução desse trabalho: Dr. Gilmar Schäfer e Karina Braccini Pereira.

A minha orientadora Ingrid Bergman Inchausti de Barros por sua orientação e compreensão.

Aos meus colegas Bibiana Della Pasqua Ferreira, Anderson de César e Fabiana Lima que me ajudaram no início a superar a saudade de casa me apoiando e ajudando nas horas mais difíceis.

A Mônica Spier e Mateus P. Gonzatto pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos funcionários Idenir José de Conto, Valter Fraga Nunes, Antônio Vieira Nunes, José Vieira Nunes, Ernani Pezzi, Detamar Antônio da Rocha pela ajuda disponibilidade e interesse em auxiliar.

À Turfa Fértil – RS, por ceder às turfas utilizadas nos experimentos.

A CAPES pela concessão da bolsa e auxílio financeiro.

Aos demais colegas, amigos, professores que contribuíram na execução deste trabalho.

# COLETA, PROSPECÇÃO EM HERBÁRIOS E ESTUDOS SOBRE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA E ADUBAÇÃO NITROGENADA DE CAPIM LIMÃO (*Elionurus* sp.)

Autor: Ana Carolina Gonçalves da Silva Nunes  
Orientador: Ingrid Bergman Inchausti de Barros

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo contribuir para o conhecimento sobre gramíneas do gênero *Elionurus* no que diz respeito à sua biologia, propagação vegetativa e resposta a substratos e adubação nitrogenada. Para tal, foram feitas coletas no RS que gerou uma coleção de dez populações e mapeamento de sua ocorrência no Estado. Foram feitos levantamentos em três herbários da região metropolitana de Porto Alegre: o Herbário do Instituto de Biociências (ICN)-Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o Herbário da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (HAS) e o Herbário Anchieta (PACA) em São Leopoldo. No total foram levantadas 109 exsicatas. Foram realizados experimentos visando propagação vegetativa via divisão de touceiras gerando mudas com vários perfilhos; diferentes substratos e condições de adubação nitrogenada. Para todos os experimentos foram avaliados: altura, comprimento de raiz, número de perfilhos, massa fresca e seca da parte aérea e raízes. Além disso, no experimento sobre perfilhos avaliou-se sobrevivência de mudas e incremento de perfilhos. Nos experimentos de substratos e adubação também foi avaliado o rendimento de óleo essencial. O estudo sobre propagação de capim-limão em função de número de perfilhos/mudas (três, cinco, sete e nove perfilhos) indicou que mudas contendo três perfilhos mostraram-se mais adequadas como propágulo inicial de mudas. Já o estudo sobre a influência de diferentes substratos na produção de capim-limão mostrou que dos seis substratos utilizados, a mistura de areia + turfa + resíduo de cervejaria promoveu melhores índices de desenvolvimento. No que diz respeito à produção de óleo essencial verificou-se que a dose 6,6 g/L de uréia foi a que apresentou melhor rendimento de óleo nas folhas. Em contrapartida, nas raízes a adição de nitrogênio causou redução da produção de óleo.

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (86 p.) Abril, 2008.

**COLLECTION, HERBARIUM PROSPECTION AND STUDIES ON  
VEGETATIVE PROPAGATION AND NITROGEN FERTILIZATION  
OF LEMONGRASS (*Elionurus spp.*)**

Author: Ana Carolina Gonçalves da Silva Nunes  
Adviser: Ingrid Bergman Inchausti de Barros.

**ABSTRACT**

This work had as objective to contribute for the knowledge on grassy of the *Elionurus* sort in what it says respect to its biology and vegetative propagation. For such, collections had been made in which it generated the collection of ten populations and mapping of its occurrence in the RS. Also surveys in three Herbarium: the Herbarium of the Institute of Biociências- Federal University of the Rio Grande do Sul (ICN), the Herbarium of the Zoobotânica Foundation of the Rio Grande do Sul (HAS) and the Herbarium Anchieta (PACA) -UNISINOS. In the total 109 exsiccatas had been raised. Experiments had been carried through also aiming at vegetative propagation saw tillers; different substrates and conditions of nitrogen fertilization. For all the experiments had been evaluated: height, length of root, number of tillers, cool mass and dry of the aerial part and roots. Moreover, in the experiment on tillers also evaluated survival and increment of tillers. In the experiments of substrates and fertilization still the essential oil income was evaluated. For the study carried through on production of *Elionurus* sp.in function of tillers had been used three, five, seven and nine tillers. The results indicate that three tillers had gotten better resulted as initial seedlings. Already for the study on the influence of different substrates in the production, it was verified that the mix with sand + turf + beer got greater indices of development. In the fertilization experiment a trend to a bigger length of the aerial part with increase of the doses of N was observed. In what it says respect to the essential oil production was verified that dose 6,6 g/L of urea was the one that better presented oil income in leves. On the other hand, the nitrogen addition in the roots caused reduction of oil production.

---

<sup>1</sup>Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (86p.) April, 2008.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1 As gramíneas na vegetação do Rio Grande do Sul .....	04
2.2 Morfogênese de gramíneas: Perfilhos.....	04
2.3 Origem e características gerais das gramíneas do gênero <i>Elionurus</i> .....	06
2.4 Descrição botânica.....	07
2.3 Regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul e distribuição do capim-limão.....	09
2.6 Flora nativa com potencial ornamental .....	10
2.7 Óleo essencial.....	11
2.8 Quimiotipos.....	12
2.9 Importância fitoquímica e usos etnofarmacológicos.....	13
2.10 Substratos.....	15
2.11 Adubação nitrogenada.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Localização e características da região.....	21
3.2 Obtenção de capim-limão: coleta e adequação do material vegetal.....	21
3.3 Estudo 1. Coleta e análise de dados obtidos em herbários da região metropolitana de Porto Alegre, Rs sobre o gênero <i>Elionurus</i> .....	23
3.4 Estudo 2. Propagação vegetativa de capim-limão ( <i>Elionurus sp.</i> ) em função do número de perfilhos.....	23
3.4.1 Condução do experimento .....	23
3.4.2 Parâmetros avaliados.....	24
a) Altura e comprimento de raízes (cm).....	24
b) Número de perfilhos .....	24
c) Matéria fresca (g).....	25
d) Matéria seca (g).....	25
e) Volume de raízes (g / cm <sup>3</sup> ).....	25
3.4.3 Delineamento experimental.....	25
3.4.4 Análise estatística.....	25

3.5	Estudo 3. Efeito do substrato na produção de capim-limão.....	26
3.5.1	Condução do experimento.....	26
3.5.2	Descrição dos materiais utilizados para a composição dos substratos.....	27
a)	Areia.....	27
b)	Casca de arroz carbonizado.....	27
c)	Turfa.....	28
d)	Resíduo cervejaria.....	28
3.5.3	Parâmetros avaliados.....	30
3.5.4	Extração de óleo essencial.....	30
3.5.5	Rendimento de óleo essencial.....	31
3.5.6	Delineamento experimental.....	31
3.5.7	Análise estatística.....	31
3.6	Estudo 4. Efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento de capim-limão.....	32
3.6.1	Condução do experimento.....	32
3.6.2	Tratamentos.....	32
3.6.3	Parâmetros avaliados.....	33
3.6.4	Concentração de nitrogênio total na parte aérea .....	33
3.6.5	Delineamento experimental.....	33
3.6.6	Análise estatística.....	34
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1	Coleta de capim-limão ( <i>Elionurus</i> sp.) para formação de coleção de trabalho .....	35
4.2	Estudo 1. Coleta de dados em Herbários do RS sobre o gênero <i>Elionurus</i> .....	37
4.3	Estudo 2. Propagação de capim-limão em função do número de perfilhos.....	41
4.4	Estudo 3. Produção de capim-limão em diferentes substratos....	45
4.5	Estudo 4. Adubação nitrogenada.....	58
5.	CONCLUSÕES.....	73
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
3.1 Análise física e química de seis substratos utilizados para o cultivo de capim-limão ( <i>Elionurus sp.</i> ).....	29
4.1 Dados de coleta de capim-limão ( <i>Elionurus spp.</i> ) no Rio Grande do Sul e no Distrito Federal.....	35
4.2 Dados sobre locais e número de coletas do gênero <i>Elionurus</i> para o Estado do Rio Grande do Sul obtidos nos Herbários ICN, do Instituto de Biociências da UFRGS, Porto Alegre, PACA, Herbário Anchieta da UNISINOS, São Leopoldo, RS e HAS da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. ....	38
4.3 Dados referentes ao gênero <i>Elionurus</i> em alguns estados brasileiros, Argentina e Bolívia. Herbário ICN, do Instituto de Biociências da UFRGS, Porto Alegre, PACA, Herbário Anchieta da UNISINOS, São Leopoldo, RS e HAS da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.....	39

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
2.1 Regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul.....	09
3.1 Aparelho de destilação tipo Clevenger.....	30
4.1 Dados referentes ao comprimento da parte aérea e de raiz (A), volume de raiz (B), massa fresca aérea e de raiz (C), massa seca aérea e de raiz (D), percentual de sobrevivência e acréscimo de perfilhos (E) em função do número de perfilhos iniciais de capim-limão. Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan 5%. Depto. de Fitotecnia/ UFRGS, fev.2008.....	44
4.2 Comprimento da parte aérea e de raízes (cm) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não fertilizada e corrigida (A+ TNFC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não fertilizada e corrigida (TNFC).....	47
4.3 Raízes de capim-limão submetidas aos substratos: a) turfa não fertilizada e corrigida (TNFC) e à mistura b) areia + turfa não fertilizada e corrigida + resíduo Brhama (A+ TNFC + RB)..	49
4.4 Número de perfilhos de capim-limão submetido a diferentes substratos : Areia + turfa não fertilizada e corrigida (A+ TNFC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não fertilizada e corrigida (TNFC).....	50
4.5 Massa fresca da parte aérea e de raiz (g) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não fertilizada e corrigida (A+ TNFC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não fertilizada e corrigida (TNFC).....	52
4.6 Massa seca da parte aérea e de raiz (g) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não fertilizada e corrigida (A+ TNFC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não fertilizada e corrigida (TNFC).....	53

4.7	Volume de raiz (g cm <sup>3</sup> ) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não fertilizada e corrigida (A+ TNFC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não fertilizada e corrigida TNFC).....	55
4.8	Óleo essencial extraído de folhas (a) e raízes de capim-limão. Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.....	56
4.9	Rendimento de óleo essencial da parte aérea e raízes de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não fertilizada e corrigida (A+ TNFC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não fertilizada e corrigida (TNFC).....	58
4.10	Taxa de sobrevivência (%) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não fertilizada e corrigida (A+ TNFC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não fertilizada e corrigida (TNFC).....	59
4.11	Comprimento da parte aérea e de raiz (cm) de capim-limão submetido a doses de adubação nitrogenada.....	60
4.12	Número de perfilhos de capim-limão submetido a doses de adubação nitrogenada.....	62
4.13	Massa fresca da parte aérea e de raízes (g) de capim-limão submetido a doses de adubação nitrogenada.....	63
4.14	Massa seca da parte aérea e de raízes (g) de capim-limão submetido a doses de adubação nitrogenada.....	64
4.15	Volume de raiz (g) de capim-limão sob níveis de adubação nitrogenada. Depto. de Fitotecnia/ UFRGS, 2008.....	66
4.16	Concentração de nitrogênio (%) na parte aérea de capim-limão, em função de doses de uréia. Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.....	68
4.17	Rendimento de óleo essencial extraído das folhas de capim – limão (mL/100g MF). Função de doses de nitrogênio.....	69
4.18	Rendimento de óleo essencial extraído das raízes de capim– limão (mL/100g MF) função de doses de nitrogênio.....	71

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso de fontes naturais para elaboração de medicamentos é expressivo. Estima-se que 40% dos medicamentos disponíveis no mercado mundial tenham sido desenvolvidos direta ou indiretamente de algum recurso natural, sendo que 25% deste total foram extraídos de plantas (Calixto, 2001 *apud* Brasil, 2006).

No entanto, o Brasil sendo o país com maior biodiversidade do mundo, dispondo de mais de 60.000 espécies vegetais superiores catalogadas (Prance, 1977), tem apenas 8% destas estudadas quanto à presença de compostos bioativos e 1.100 avaliadas de acordo com suas propriedades medicinais (Guerra *et al.*, 2003).

Atualmente, o uso de plantas nativas ainda se dá, majoritariamente, por meio de extrativismo, e segundo Silva (2001) a pressão exercida pelo extrativismo excessivo e o desmatamento de áreas para o cultivo de grãos e para a criação de gado, têm levado à extinção de algumas espécies.

Algumas plantas, além de possuírem grande valor ecológico, têm chamado a atenção de pesquisadores por conterem compostos de interesse cosmético e farmacêutico. Desse modo, existe a preocupação e a necessidade de se estudar aspectos biológicos e agrônômicos dessas

espécies potenciais de modo a permitir a sua propagação e produção em grande escala, evitando, assim, a super exploração da mesma.

O capim-limão (*Elionurus sp.*) é um desses gêneros que têm despertado grande interesse econômico, tanto pela produção de óleo essencial proveniente da parte aérea, quanto dos compostos fenólicos antioxidantes produzidos nas raízes (Dzingirai *et al.*, 2007). Além disso, é uma gramínea ornamental que pode ser utilizada em projetos paisagísticos substituindo o capim-chorão (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees.).

Dependendo da espécie e do quimiotipo este apresenta dois componentes importantes no óleo: o citral e o geraniol, ambos utilizados na indústria de cosméticos, alimentícias, perfumaria e também usado pela indústria farmacêutica para síntese de vitaminas A e E (Guenther, 1972; Moreira *et al.*, 2001; Koshima *et al.*, 2006).

Entretanto, de acordo com Leal *et al.* (2001) citado por Nascimento *et al.* (2003), o rendimento e a composição química do óleo essencial podem ser influenciados tanto por fatores genéticos, nutricionais, ambientais e pelos tratamentos culturais aos quais é submetido. Destes, o fator nutricional tem se mostrado um fator preponderante no que diz respeito tanto à produção de biomassa quanto de óleo essencial. A planta bem nutrida aloca os nutrientes, principalmente o nitrogênio, para síntese de aminoácidos, proteínas, enzimas, aumentando a eficiência da fotossíntese e do crescimento da parte aérea (Malavolta, 1980; Gillet, 1984). Todavia, para cada planta existe uma dose ótima de adubação, acima da qual os

nutrientes são acumulados nos tecidos, podendo até diminuir o crescimento ou produtividade da cultura decorrente de toxicidade (Taiz & Zaiger, 2004).

Como *Elionurus* é um gênero com grande potencial econômico e pouco estudado, o presente trabalho visa:

- Obter material de *Elionurus* sp. via coletas *in situ* e mapear a ocorrência no Estado do Rio Grande do Sul via pesquisa em herbários.
- Avaliar a propagação vegetativa de *Elionurus* sp., via divisão de touceiras, avaliando mudas com diferentes números de perfilhos.
- Estimar o rendimento de biomassa fresca e seca bem como o percentual de óleo essencial extraído de uma população de capim-limão coletado no Morro Santana, cultivada em diferentes substratos.
- Estimar o rendimento de biomassa fresca e seca, bem como o percentual de óleo essencial em uma população de capim-limão coletado no Morro Santana, cultivada em diferentes doses de adubação nitrogenada em cultivo em vaso.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 As gramíneas na vegetação do Rio Grande do Sul**

Segundo dados preliminares do Censo Agropecuário Brasileiro IBGE (2006), as pastagens naturais perfazem 45% da cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul. Contudo, com o avanço das queimadas e do desmatamento para o cultivo de pastagens e grãos, tem se verificado a perda de diversidade de espécies nativas (Silva, 2001).

Só para o Estado do Rio Grande do Sul, Boldrini (1997) estimou 3000 espécies campestres, dentre estas, 400 gramíneas, 600 compostas e 150 leguminosas. Já, Longhi-Wagner (2003) acredita que esse percentual de gramíneas pode ser maior, chegando a 523 espécies.

### **2.2 Morfogênese de gramíneas: Perfilhos**

As gramíneas são compostas basicamente por perfilhos. Cada perfilho consiste em folha (lâmina e bainha), internó e nó com uma gema axilar (Barhart, 1999). À medida que uma nova folha é formada a partir do meristema apical, uma nova gema também é produzida, podendo dar início a um novo perfilho (Sbrissia, 2004). O desenvolvimento, porém, dessas gemas está intimamente relacionado aos diversos estímulos fisiológicos e/ou

ambientais que são controlados primariamente pelo genótipo de cada espécie (Mitchell, 1953; Hendrickson & Briske, 1996).

Os principais fatores que influenciam no perfilhamento de gramíneas são: temperatura, luz, água e nutrição mineral (Langer, 1979).

De acordo com Robson *et al* (1988), a intensidade luminosa parece ser o fator ambiental mais limitante na dinâmica de perfilhamento em gramíneas, uma vez que o perfilhamento é estimulado por altos níveis de radiação solar incidente ao passo que em baixos níveis, o crescimento de gemas axilares e basais é igualmente reduzido.

Já, a taxa de aparecimento de folhas é uma das características morfogênicas de maior destaque e que afeta diretamente três características estruturais do relvado: tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de perfilhos (Chapman & Lemaire, 1993). Isso porque com o acréscimo de folhas e perfilhos aumenta a competição entre eles pelos fatores de crescimento, tal como luz e nutrientes afetando a produção dessa comunidade vegetal (Briske, 1991).

Durante a fase vegetativa, contudo, a taxa de emissão de folhas é regulada pelos processos de senescência e aparecimento de folhas que operam em equilíbrio de modo que o número de folhas e perfilhos permanecem relativamente constantes neste estágio (Barhart, 1999; Sbrissia, 2004). A partir do momento em que há uma grande densidade de perfilhos, cada nova folha formada começa a fazer sombra nas folhas mais velhas. A fotossíntese total dessa população não aumenta, porém as folhas

mais velhas deixam de fazer fotossíntese, devido ao sombreamento e começam a perder carbono através da respiração (Gautier *et al.*, 1999).

### **2.3 Origem e características gerais das gramíneas do gênero**

#### ***Elionurus***

O gênero *Elionurus* pertence à família Poacea com aproximadamente 15 espécies distribuídas em países com clima tropical e subtropical (Texas Grasses, 2006), principalmente na África (Clayton, 2006), na América Central, América do Sul, Ásia temperada (Araújo, 1971; Longhi-Wagner, 2001; Watson & Dallwitz, 2006) e uma espécie na Austrália (Barkworth, 2006).

É conhecido popularmente pelos nomes de capim-limão e capim carona no Brasil, pasto amargo, pasto limón e cola peluda no Uruguai e por espartillo na Argentina e Paraguai (Castro & Ramos, 2002; Longhi-Wagner, 2001; Davies *et al.*, 2004).

Possui uma taxonomia complexa com grande variabilidade, porém ainda pouco esclarecida pelos especialistas (Kolb *et al.*, 2006). Na região de Guarapuava, Paraná, foram encontradas plantas apresentando distinção tanto em características como largura, comprimento e coloração de folhas, como no aroma exalado (Czepak, 2000).

O gênero também possui duas grafias: com “i” e com “y”, sendo atualmente mais utilizado a vogal “i”. Rosengurtt *et al.* (1970) separa esse gênero em apenas duas variedades botânicas: *Elionurus candidus* (Trin.) Hack. var. *candidus* e *E. candidus* (Trin.) Hack. var. *bisetosus*.

Renvoize (1978) por sua vez, classifica em quinze as espécies de *Elyonurus*, sendo que três delas são encontradas no Brasil. *E. bilinguis* (Trin.) Hack. In Mart.; *E. planifolius* Renvoize, (espécie nova de *E. muticus* Kuntze similis) e *E. muticus* (Spreng.) Kuntze.

Segundo Araújo (1971) *E. muticus* e *E. candidus* são espécies muito disseminadas na América do Sul, principalmente na região Centro-Oeste e Sul do Brasil, na Argentina e no Uruguai.

No Brasil, há relatos da ocorrência de *E. tripsacoides* H.B. & K., *E. latiflorus* Nees, *E. rostratus* Nees, *E. viridulos* Hack, *E. muticus* e *E. candidus*, todos encontrados no Rio Grande do Sul (Araújo 1971), sendo que *E. candidus* var. *candidus* é a espécie mais encontrada no Estado (Boldrini & Bossle, 1978). Normalmente é encontrada em solos arenosos, secos e pedregosos onde forma densa vegetação (Arechavaleta, 1984; Boldrini, 1996; Davies *et al.*, 2004). É consumida pelo gado somente após a rebrota, quando o sabor amargo e o cheiro são transmitidos ao leite (Arechavaleta, 1984).

#### **2.4 Descrição botânica**

*Elyonurus* vem do grego *eleuin* (dobrar, encurvar) e *oura* (cauda), aludindo que as inflorescências cilíndricas são curvadas (Watson & Dallwitz, 2006).

Longhi-Wagner (2001), em sua revisão sobre o gênero *Elyonurus* Humb. & Bompl. ex Willd o descreve da seguinte forma: as plantas podem ser anuais ou perenes, cespitosas, com ou sem rizomas; colmos eretos, nós

glabros ou pilosos, folhas basais e caulinares (brotos aromáticos ou não aromáticos); bainhas foliares glabras ou pilosas; lâminas lineares ou filiformes, planas ou involutas, glabras ou pilosas, geralmente com odor cítrico, assim como a inflorescência; lígula membranoso-ciliada. Inflorescência com um ramo florífero no ápice do colmo, espatéola não evidente; entrenós da ráquis e pedicelos não engrossados e não sulcados, com pilosidade branca geralmente densa; um par de espiguetas em cada nó da ráquis, heterógamas, uma sésil e uma pedicelada, caindo junto com o entrenó da ráquis, na maturação; espiguetas com 2 antécios, 1-floras, acrótonas; glumas caducas, cartáceas ou membranosas, antécios hialinos; espiguetas sésseis com flor bissexuada, mútica; gluma inferior biquilhada, cartácea, lisa, não alada, a superior uniuilhada; antécio inferior neutro, lema mútico, arista glabra, pálea ausente; antécio superior com flor bissexuada, lema agudo, mútico ou curtamente aristado, arista glabra, pálea geralmente ausente; espiguetas pediceladas desenvolvidas, pouco menores que as sésseis, neutras ou com flor masculina, múticas ou curtamente aristadas, calo obtuso, não pugente, com três estames.

As raízes dessa gramínea são aromáticas (com o gosto amargo) ou não aromáticas (Watson & Dallwitz, 2006).

Possui cromossomos  $X=10$  (Brown, 1951; Gould, 2006). Todavia foi encontrado em uma espécie africana, *Elyonurus argenteus* Ness., apresentando  $x=5$  (Celarier, 1957).

## 2.5 Regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul e distribuição do capim-limão

Para se estudar melhor a vegetação do Rio Grande do Sul este foi dividido em regiões fisiográficas (Figura 2.1).

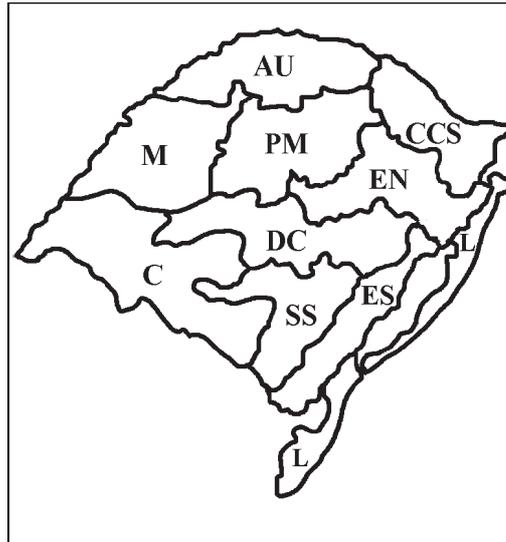


FIGURA 2.1 Regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul: Alto Uruguai (AU), Campanha (C), Campos de Cima da Serra (CCS), Depressão Central (DC), Encosta do Nordeste (EN), Encosta do Sudeste (ES), Litoral (L), Missões (M), Planalto Médio (PM) e Serra do Sudeste (SS) (Heiden *et al.*, 2007).

Cada região fisiográfica possui características edafo-climáticas que propiciam o estabelecimento de diversas espécies com diferentes freqüências e composições florísticas.

Aspectos morfológicos de plantas associados aos ecológicos foram estudados por Lindman no RS citado por Pillar & Boldini (1996), e de acordo com esse autor, características como umidade do solo, índice de chuvas e

temperatura são muito importantes para colonização de algumas espécies. No caso do capim-limão, o autor sugere que as lâminas foliares estreitas e coriáceas se devem principalmente a alta irradiância e falta de umidade do solo onde se encontra.

Esse relato corrobora com um dos poucos estudos sobre o gênero no qual Boldrini (1997), afirma que o gênero *Elionurus* é encontrado em áreas secas do Planalto Médio e Missões indo em direção ao Rio Uruguai. Contudo, existem relatos da existência desse gênero em morros de Porto Alegre e na Serra, embora apenas descrito para o Morro Santana – Porto nos trabalhos de Overbeck *et al.*, (2006) e Welker & Longui-Wagner (2007).

## **2.6 Flora nativa com potencial ornamental**

A maior parte das plantas cultivadas no Brasil são exóticas, oriundas principalmente da Europa e Ásia. Faz poucos anos que os brasileiros têm se dado conta do enorme potencial paisagístico e alimentícios da nossa flora.

De acordo com Irgang (1988) os critérios usados para conceituar plantas com potencial ornamental são meramente subjetivos e pessoais, porém algumas famílias botânicas têm mais destaque, como por exemplo as famílias *Compositae*, *Verbenaceae*, *Labiatae*, *Bromeliaceae* e *Gramineae*.

Uma das gramíneas ornamentais mais usadas no paisagismo e na contenção de barrancos é o capim-chorão (*Eragrostis curvula*), uma espécie exótica que pode ser substituída pelo capim barba-de-bode (*Aristida* sp.) (Irgang, 1988) e pelo capim-limão (*Elionurus* sp.), que apresenta o mesmo efeito, além de ser nativo e mais rústico.

## 2.7 Óleo essencial

Os óleos essenciais, de uma maneira geral, são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas. São compostos basicamente por substâncias do grupo dos terpenóides e dos fenil-propanóides que são muitos menos freqüentes (Sangwan *et al.* 2001; Simões *et al.*, 2004). Esses metabólitos secundários desempenham várias funções biológicas, tais como atração de polinizadores, defesa contra herbívoros, são agentes antimicrobianos, possuem efeito alelopático, entre outros (Guenther, 1950; Ibrahim, 1992; Dudai *et al.*, 1999; Gilbert *et al.*, 1999). Os compostos voláteis, entretanto, podem sofrer variações químicas, devido a fatores genéticos (quimiotipos), ambientais e a determinadas técnicas de manejo como, por exemplo, época de colheita e adubação (Leal *et al.*, 2001 *apud* Nascimento *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2004; Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Fatores ambientais como intensidade de luz, idade da planta (Simões *et al.*, 2004) fotoperíodo, temperatura (Burbott & Loomis, 1967), sazonalidade, índice pluviométrico, altitude (Gobbo-Neto & Lopes, 2007) estresse hídrico (Figueiredo *et al.*, 2006) estações ou meses de colheita exercem influência no rendimento e composição terpênica dos óleos (Adams, 1970; Bhan, 2003 Castellani, *et al.*, 2006; Hess *et al.*, 2007).

## 2.8 Quimiotipos

Quimiotipo ou “raça química” é uma denominação dada a plantas da mesma espécie, que apresentam diferença entre os componentes químicos majoritários presentes no óleo essencial (Tucker & Fairbrothers, 1990).

Para a espécie *E. muticus*, foram propostos cinco quimiotipos: citral, geraniol, acorenona, iso-acoronona e 1,8-cineol ( Hess *et al.*, 2007 ; Kolb *et al.*, 2007). Também é muito comum encontrar o gerianal, isômero óptico do geraniol.

No Zimbábue, Chagonda *et al.* (1999) trabalharam com a extração de óleo essencial de espécies silvestres e cultivadas de *Cymbopogon validus* (Stapf) Stapf ex Burt Davy e *Elionurus muticus* (Spreng.) Kunth. Os principais componentes encontrados no óleo obtido da massa fresca de espécies selvagens e cultivadas de *Elionurus* foram: geranial (40,1 - 44, 8 %), neral (26- 35.4%) e acetato de geranial (1,8- 8,6 %).

A mesma espécie cultivada na Estação Experimental de Las Brujas, no Uruguai, além de conter geranial (50%) e neral (28,3%), apresentou também uma pequena percentagem de linalol (2,4%), ao invés de acetato de geranial (Bachs *et al.*, 2004).

Já na região de Nhecolândia, Pantanal (Centro-oeste do Brasil), Scramin *et al* (2000) encontraram em *E. muticus* spatulenol (18,6%),  $\beta$ -cariofileno (17,9% ) como componentes majoritários e monoterpenos como camfeno (11,5 %) e  $\beta$ -mirceno (4,5%).

É conhecido que esse gênero produz óleo essencial em toda sua extensão: tanto na parte aérea, folhas e inflorescências, quanto nas raízes.

Entretanto, tanto a composição quanto o rendimento são variáveis (Mevy *et al.*, 2002). Segundo o mesmo autor, os principais componentes encontrados na parte aérea da planta de *E. elegans* Kunth, na África, foram camferenona (43%), óxido de cariofileno (39%) e bisabolona (4,9%). Nas raízes foram encontrados camferenona (39%), epi-beta-santaleno (12%) e óxido de cariofileno (4,6%).

Silou *et al.*, (2007) estudando o rendimento de óleo essencial extraído das inflorescências, folhas e raízes de *E. hensii* Schum, oriundo da África, encontraram 1,0%, 0,7% e 0,4% de óleo, respectivamente. Na análise química foram identificados 70 componentes químicos, embora não tenha sido encontrado citral, neral ou geraniol.

## **2.9 Importância fitoquímica e usos etnofarmacológicos**

Essa gramínea é muito interessante do ponto de vista fitoquímico, porque, tanto as folhas, quanto as raízes possuem compostos químicos de interesse farmacológico.

O citral e o geraniol extraídos do óleo essencial de folhas de *Elionurus sp* são usados na indústria farmacêutica para síntese de vitaminas A e E (Guenther, 1972; Moreira *et al.*, 2001; Koshima *et al.*, 2006). Além disso, óleos essenciais com grande quantidade de citral possuem também propriedade antibacteriana e antifúngica (Guenther 1950 e Pattnaik *et al.* 1996 *apud* Negrelle & Gomes, 2007).

Hess *et al.* (2007) pesquisando extratos etanólicos e óleo essencial extraídos da parte aérea de *E. muticus* encontraram que os extratos brutos foram efetivos contra bactérias Gram-positivas (*Bacillus cereus* MIP 96016; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) e que o óleo essencial foi efetivo contra a bactéria Gram-negativa *Escherichia coli*. Foi verificado também que a composição do extrato alcoólico variava durante as estações do ano e que isso refletiu na sua ação antibactericida. Extratos etanólicos extraído de plantas coletadas no outono foram mais efetivas contra *P. aeruginosa* e extratos obtidos na primavera foram mais eficientes contra *B. cereus* e *S. aureus*. Óleos essenciais extraídos na primavera foram quatro vezes mais ativos contra *S. aureus*, embora todos tenham sido eficientes contra *E.coli*. Analisando-se quimicamente o óleo obtido na primavera, observou-se que durante esse período este apresentava maior porcentagem de cariofileno e espatulenol, indicando que a presença dessas substâncias em grande quantidade no óleo obtido de *E. muticus* na primavera pode indicar atividade antibactericida.

No tocante a estudos com raízes de *Elionurus*, apenas se tem notícia de um trabalho científico, embora o seu uso já esteja consagrado na medicina popular de países como México e Argentina.

Dzingirai *et. al.*(2007) trabalhando com extratos fenólicos de *E. muticus* e *Hypoxis hemerocallidea*, em testes *in vitro*, visando inibir a peroxidação lipídica em cérebros de ratos encontraram que compostos

fenólicos encontrados principalmente nas raízes de *E. muticus* possuem grande atividade antioxidante, podendo ser assim utilizada como fonte para drogas, que visam combater doenças, tais como câncer, diabetes e arteriosclerose.

No México, *E. candidus* é chamado popularmente de "soccato colorado,"ou "redgrass" devido a coloração avermelhada das raízes. É usado pelos índios Tarahumarcs e pelos mexicanos para curar dor de dente, sendo considerado muito eficiente e também vendido em mercados (Vasey, 1987).

Na Argentina utiliza-se um remédio feito a partir da decoção das raízes de *Elionurus* para febres altas. É usado na forma de incenso (chamado 'sahumerio') misturado com ramos de *Baccharis notoserghila* para dores musculares de mulheres grávidas (Davies *et al.*, 2004).

## **2.10 Substratos**

Substrato é qualquer material sólido, ou a combinação de materiais, que, colocados em recipientes, são usados para fornecer suporte, retenção de água, aeração e retenção de nutrientes necessários para o crescimento de plantas (Fonteno & Harden, 2003). É composto de uma parte sólida (partículas minerais e/ou orgânicas) e uma gasosa, esta formada pelos poros, que podem ser ocupados pela água e/ou ar (Gonçalves, 1995).

Para que seu uso seja eficiente no cultivo de plantas é necessário que se faça análises físicas e químicas e biológicas para se averiguar, de

antemão, possíveis problemas que possam acarretar em danos e até a morte de plantas (Belle & Kämpf ,1994 ; Fermio 1996 ).

Entre as características químicas, as análises mais comumente empregadas, são: valor de pH, capacidade de troca de cátions (CTC) e teor de sais solúveis (TTSS). Já, as propriedades físicas mais utilizadas são: densidade de volume, porosidade total, espaço de aeração e volume de água disponível (Bellé, 1990).

De acordo com Waller & Willson 1984 citado por Gruszynski (2002), o pH é um dos critérios mais importantes para o desenvolvimento de plantas podendo causar desequilíbrios fisiológicos diretos ou indiretos. A acidez pode afetar de forma direta ocasionando injúrias, e, indiretamente, aumentando a infecção de alguns patógenos no solo e diminuindo a disponibilidade de macronutrientes, tais como o nitrogênio, enxofre e fósforo (Appleton *apud* Bellé, 1990; Waller & Wilson 1984 *apud* Gruszynski, 2002; Handreck & Black, 1999, Bailey *et al.*, 2000b, Douglas *et al.*, 2007).

Já, a salinidade ou teor total de sais solúveis de um substrato é a fração de constituintes inorgânicos solúveis em água (Bellé, 1990). Embora a maior parte dos nutrientes serem supridos na forma de sais, altas concentrações de sais geralmente limitam o crescimento vegetal e reduzem a produção, podendo causar a “seca fisiológica”, que afeta o crescimento das plantas e também leva a danos e à morte das plantas (Bellé, 1990, Douglas *et al.*, 2007).

Dentre as propriedades físicas dos substratos a densidade de volume refere-se a razão entre a massa seca dos sólidos e o seu volume. Está

intimamente ligada ao volume, porosidade total, espaço de aeração e disponibilidade de água nos substratos (Fermino, 1996).

A porosidade pode ser quantificada mensurando-se a quantidade de água retida na saturação (Fonteno, 1989). Entretanto, essa característica pode ser modificada ao longo do cultivo pela acomodação das partículas e por alterações químicas e físicas que levam a perda de volume (Bellé, 1990; Fermino, 1996; Fermino, 2003).

Segundo Beardsell *et al.* (1979) uma das características físicas de maior importância no substrato é o espaço de aeração. Isso porque para que ocorra a absorção de água e nutrientes pelas raízes são necessários altos teores de oxigênio e rápida absorção de CO<sup>2</sup> (Klougart, 1983).

O excesso ou a falta de água afetam diretamente o desenvolvimento das plantas. A disponibilidade de água atua diretamente nas trocas gasosas e na absorção de nutrientes afetando a capacidade fotossintética (Aguilavilla *et al.*, 1988).

Essa disponibilidade de água também está relacionada com a capacidade de água disponível, que é definida pelos cientistas como a quantidade de água retida no reservatório do substrato, a qual pode ser removida pelas plantas (Cassel & Nielsen, 1986). Como no cultivo em vasos essa livre drenagem é barrada devido à interface substrato- recipiente, então foi introduzido o conceito de "capacidade de vaso" por White e Mastalerz *apud* Bellé (1990) em comparação ao termo "capacidade de campo". A capacidade de vaso então é definida pelo limite superior de água retida pelo reservatório que varia conforme a forma, altura e/ou volume do vaso (Waters

*et al.*, 1970; Spomer, 1974; Fonteno, 1993). Para que não ocorra estresse hídrico ou desvio de energia para absorção de água, esta deve estar disponível em baixas tensões (De Boodt e Verdonck, 1972 citado por Bellé 1990), pois há menos gasto de energia pelas plantas para aproveitá-la (Fermino, 1996).

### **2.11 Adubação nitrogenada**

O nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de nitrato ( $\text{NO}^{-3}$ ) e amônio ( $\text{NH}_4$ ), e pode ser assimilado tanto nas raízes, quanto nas partes aéreas, dependendo tanto de suas disponibilidade quanto da espécie vegetal (Malavolta, 1980).

No processo de assimilação, o nitrato é reduzido no citosol a nitrito ( $\text{NO}^{-2}$ ) e este, reduzido a amônio nos plastídeos da raiz ou nos cloroplastos. O amônio absorvido pela raiz, produzido pela assimilação do nitrato ou da fotorrespiração é convertido a glutamina e glutamato (Taiz & Zaiger, 2004). Uma vez assimilado, o nitrogênio pode ser transferido para outros compostos orgânicos como os aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas, vitaminas e pigmentos (Malavolta, 1980, Gillet, 1984).

De acordo com Mae (1997) e Gonno-Neto & Lopes (2007) o nitrogênio é o principal nutriente que determina a produção em sistemas agrícolas.

A adição de nutrientes, principalmente o nitrogênio, favorece o desenvolvimento de plantas afetando a produção de matéria seca, proteína

(Voisin, 1980; Machado, 1999), biomassa e de metabólitos secundários (Rao, 2001; Sifola & Barbieri, 2006; Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Em arroz, uma gramínea, o nitrogênio absorvido no período vegetativo promove o crescimento inicial da planta e leva a um aumento do número de perfilhos, havendo uma correlação entre o número de perfilhos e a quantidade de N absorvido durante esse período (Freitas, 2007).

Côrrea (1996), estudando três cultivares da espécie *Panicum maximum* Jacq. sob efeitos de doses de nitrogênio relacionadas à aspectos produtivos e bioquímicos, observou que o acréscimo das doses em solução nutritiva proporcionou aumento na produção de massa seca e no perfilhamento dessas gramíneas.

Em relação à produção de metabólitos secundários, sabe-se apenas que existe uma correlação positiva entre carbono/nitrogênio (C/N) na produção desses metabólitos (exceto os nitrogenados); no entanto, são hipóteses ainda não totalmente comprovadas (Gobbo-Neto & Lopes, 2007).

Além de o nitrogênio contribuir para o acréscimo de biomassa das plantas, ele também pode induzir a produção de outras substâncias ativas na produção de plantas medicinais (Ming *apud* Moraes *et al.*, 2006).

Silva *et al.* (2003) estudaram os efeitos da adubação orgânica (esterco bovino), da mineral (NPK) e da mistura entre as duas (Esterco + NPK) em três horários de colheita (7:00; 12:00; 17:00) na produção de biomassa e óleo essencial de *Cymbopogon citratus* e verificaram que a adubação orgânica + mineral aumentou o rendimento de matéria seca em aproximadamente 24% em relação às demais adubações. Quanto ao teor de

óleo essencial, observou-se que a adubação orgânica proporcionou um valor superior às outras. No que se refere ao horário de colheita os horários 7:00 e 12:00 resultaram em um maior teor de óleo essencial e massa seca.

Bhan *et al.* (1999) citado por Silva (2003) utilizaram dose de 185 Kg de N/ha em seus experimentos com a gramínea aromática *Cymbopogon citratus* e obtiveram rendimento de óleo superior a 349 kg/ha.

Khode *et al.* (1999) citado por Silva (2003), trabalhando com *Cymbopogon martinii*, com diferentes espaçamentos e doses de nitrogênio obtiveram melhores resultados de biomassa seca no espaçamento 60 x 30cm e doses de N superiores a 100 Kg/ha.

Já com a espécie *Cymbopogon martinii* var motia, doses de nitrogênio acima de 150 kg/ha/ano aumentaram o rendimento de matéria fresca e óleo, porém reduziram a quantidade de geraniol (Yadav *et al. apud* Silva, 2003).

Rajan *et al.* (1984) testando três doses de nitrogênio (0, 50, 100 kg/ha) em três cultivares de *Cymbopogon flexuosos* (DC.) Stapf. obtiveram incremento na massa fresca e no rendimento de óleo com o aumento das doses, porém, não observaram efeito no conteúdo de citral presente no óleo.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e características da região**

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Departamento de Horticultura e Silvicultura - DHS da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, em Porto Alegre, RS (30° 01' Sul; latitude 51° 03' Oeste, altitude 10 m) durante o período de Julho de 2007 a Janeiro de 2008.

Pela classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido. As temperaturas médias mensais variam de 9 a 25°C, sendo que no inverno, os meses de junho e julho são os mais frios (14 °C) e janeiro e fevereiro, os mais quentes (37 °C) (Santos, 2005).

#### **3.2 Obtenção de capim-limão: coleta e adequação do material vegetal**

Foram feitas coletas de campo pontuais sugeridas por pesquisadores da área em algumas regiões do Rio Grande do Sul e uma coleta no Distrito Federal para obtenção de material de capim-limão (*Elionurus* spp.), tanto para constituir uma coleção de trabalho, quanto para o uso nos experimentos de propagação, substratos e adubação nitrogenada.

Todo material coletado no campo, sempre que possível, foi acompanhado pela coleta de alguns exemplares de material fértil (com flores e/ou frutos), os quais foram herborizados, segundo metodologia citada por Ming (1996) visando sua correta identificação taxonômica por especialistas. Como é muito importante que todo o material de referência tenha um voucher (exemplar seco e bem identificado da planta) depositado num herbário, amostras de *Elionurus* sp. foram depositadas no Herbário ICN, Departamento de Botânica da UFRGS.

Os locais de coleta foram identificados pelas coordenadas obtidas com uso de GPS Geko tm301 (Garmin®).

As plantas coletadas para a coleção e para os experimentos foram levadas para o Laboratório, onde foram lavadas e colocadas em recipientes contendo água para rehidratação e evitar o ressecamento de raízes. Após este procedimento, o material foi cortado com tesoura de poda de modo que ficasse com 25 cm de parte aérea e 3,5cm de raízes. Foram retiradas, também, as folhas senescentes e perfilhos mais novos, permanecendo apenas os desenvolvidos.

Estas plantas foram cultivadas em vasos de 10L contendo turfa não fertilizada da empresa Turfa Fértil® e mantidas em casa de vegetação onde recebiam irrigação diária e adubação foliar nitrogenada a cada dois meses.

### **3.3 Estudo 1. Coleta e análise de dados obtidos em herbários da região metropolitana de Porto Alegre, RS sobre o gênero *Elionurus*.**

Para o levantamento de dados sobre ocorrência e características do gênero *Elionurus* foram analisadas as coleções de três importantes herbários da Região Metropolitana de Porto Alegre. Na capital, foram visitados o Herbário do Instituto de Biociências (ICN), Departamento de Botânica da UFRGS e o Herbário Alarich Schultz (HAS) do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul e, em São Leopoldo, o Herbário Anchieta (PACA) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

### **3.4 Estudo 2. Propagação vegetativa de capim-limão (*Elionurus* sp.) em função do número de perfilhos**

#### **3.4.1 Condução do experimento**

O experimento foi conduzido durante o período de 20 de outubro de 2007 a 08 de janeiro de 2008 em casa de vegetação do DHS/UFRGS. Para este estudo foram usados materiais de capim-limão provenientes de coletas no Morro Santana, Porto Alegre, RS, cultivados em vasos em ambiente protegido, como descrito no item 3.2.

Foram feitas divisões de touceiras de plantas adultas de capim-limão de modo a obter propágulos contendo três, cinco, sete e nove perfilhos, que se constituíram nos quatro tratamentos em teste. Estas unidades de propagação foram tomadas como 'mudas', a partir da definição de "mudas",

fornecida pelo art. 2º, XXVI, da Lei nº 10.711, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas: “material de propagação técnica vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de plantio”( Brasil, 2008).

Estes propágulos foram plantados em sacos de polietileno preto (com 25 cm de altura e 13 cm de diâmetro), contendo cerca de três litros de substrato à base de turfa da Empresa Turfa Fértil ®.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas com mangueira, inicialmente, uma vez por dia ou mais dependendo da necessidade e depois foram instalados aspersores. Durante esse período, as plantas não foram adubadas.

#### **3.4.2 Parâmetros avaliados**

Os parâmetros avaliados foram adaptados de diversos trabalhos tais quais pode-se citar: Briske, 1991 ; Batista, 2002; Carvalho, 2000, Czepak, 2000.

##### **a) Altura de planta e comprimento de raízes (cm)**

A altura estimada das plantas foi determinada a partir da base até o ápice da folha mais desenvolvida, com auxílio de uma trena. O mesmo método foi adotado para estimar o comprimento de raiz.

##### **b) Número de perfilhos**

Foram contados os números de perfilhos obtidos de cada um dos tratamentos após quatro meses de cultivo em vaso.

**c) Matéria fresca (g)**

As plantas foram separadas em parte aérea e raiz e pesadas em balança digital, obtendo-se, assim, o peso de matéria fresca da parte aérea e de raiz.

**d) Matéria seca (g)**

O peso de matéria seca foi estimado a partir de amostras de 25 e 10 g de matéria fresca da parte aérea e de raízes, respectivamente, foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com ventilação forçada a 65° C, por dois dias, e então pesadas em balança de precisão.

A quantidade de material utilizada deveu-se ao pouco material obtido em alguns tratamentos.

**e) Volume de raízes (g / cm<sup>3</sup>)**

O volume de raízes das mudas foi avaliado pelo método da proveta. Utilizou-se uma proveta de 500mL com um volume de água conhecido e então foram mergulhadas as raízes a serem avaliadas, estimando-se o seu volume pela quantidade de água deslocada.

**3.4.3 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro blocos, quatro tratamentos e seis repetições por parcela.

**3.4.4 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) transformados para  $\sqrt{x + 1}$ , com posterior comparação das médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

### **3.5 Estudo 3. Efeito do substrato na produção de capim-limão.**

#### **3.5.1 Condução do experimento**

O experimento foi conduzido durante o período de 31 de agosto a 05 de dezembro de 2007 em casa de vegetação do DHS/UFRGS.

Foram feitas divisões de touceiras de plantas adultas de capim – limão de modo a obter mudas contendo cinco perfilhos. Estas foram plantadas em sacos de polietileno preto (com 25 cm de altura e 13 cm de diâmetro) contendo cerca de três litros de substrato. Durante o experimento, as plantas não foram adubadas e a irrigação foi a mesma adotada no item 3.4.1.

Os tratamentos consistiram no uso de seis substratos sendo três substratos puros e três misturas:

1. turfa corrigida (empresa Turfa Fértil ®)
2. turfa não corrigida (empresa Turfa Fértil ®)
3. resíduo de cervejaria (lodo da AMBEV- antiga Cervejaria Brahma- submetido a fermentação aeróbica)
4. 50% turfa corrigida + 50% de resíduo de cervejaria
5. 50% de casca de arroz carbonizada + 50 % de resíduo cervejaria
6. 40% de areia, 30% de resíduo cervejaria e 30% de turfa não corrigida.

### **3.5.2 Descrição dos materiais utilizados para a composição dos substratos**

#### **a) Areia**

Foi utilizada areia de granulometria média, normalmente empregada em construções.

#### **b) Casca de arroz carbonizada**

Foi empregada casca de arroz carbonizada proveniente da Estação Experimental Agronômica – EEA da UFRGS.

#### **c) Turfa**

Dois tipos de turfa, comercializados como ‘Substrato Turfa’ foram doados pela empresa Turfa Fértil ® :

- um tipo foi identificado como ‘Turfa F12 não fertilizada’, lote 001 amostra 006B2. Constava que este material não teria sofrido correção do pH nem adição de fertilizantes. Neste trabalho identificada como turfa ‘TNC’.

- e o outro identificado como ‘Turfa F12 EC’, lote 001, amostra 001C1, com correção do pH sem adição de fertilizantes, neste trabalho foi chamado de turfa ‘TC’.

Na verdade, o substrato TNC possivelmente foi mal identificado, pois, através das análises químicas e físicas (Tabela 3.1), observou-se que este substrato apresentou pH menor do que TC, e teor total de sais solúveis maior que TC. Portanto, o substrato TNC não foi corrigido, mas sim adubado.

**d) Resíduo de cervejaria**

Resíduo resultante da compostagem do lodo de Estação de Tratamento de Dejetos Industriais – ETDI, conforme descrição do Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT, 2006). Foi adquirido da AmBev, antiga Cervejaria Brahma, Unidade Águas Claras, Viamão, RS ( IBICT, 2008).

As caracterizações físicas e químicas dos substratos se encontram na Tabela 3.1.

TABELA 3.1 Análise física e química de seis substratos utilizados para o cultivo de capim-limão (*Elionurus sp.*). Laboratório de Análises de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura. Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

Parâmetros analisados	Resíduo	Turfa	Turfa	Res. Cervj.	Res. Cervj.	TNC + Areia
	cervejaria <sup>1</sup>	(TNC) <sup>2</sup>	(TC) <sup>3</sup>	+ TC	+ CAC <sup>4</sup>	+ Res. Cervj.
Densidade úmida (kg.m <sup>-3</sup> )	872	606	715	723	591	1090
Densidade seca (kg.C)	546	180	193	397	360	902
Matéria seca (g.100g <sup>-1</sup> )	63	30	27	55	61	83
Teor total de sais solúveis (kg.m <sup>-3</sup> ) (como KCL)	5,34	0,82	0,52	3,29	2,81	2,61
pH (H <sub>2</sub> O)	3,63	3,36	5,93	4,78	4,42	3,00
Porosidade total (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,79	0,79	0,88	0,81	0,80	0,66
Espaço de aeração (10) (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,21	0,31	0,27	0,17	0,37	0,20
Água facilmente disponível (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,18	0,08	0,10	0,21	0,15	0,18
Água disponível (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03
Água tamponante (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,21	0,11	0,14	0,24	0,17	0,20
Capacidade de retenção de água na pressão de sucção (10 cm) (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,58	0,48	0,61	0,64	0,43	0,45
Capacidade de retenção de água na pressão de sucção (50 cm) (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,40	0,40	0,51	0,43	0,27	0,28
Capacidade de retenção de água na pressão de sucção (100 cm) (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	0,36	0,37	0,46	0,40	0,26	0,25
Condutivid. elétrica (1:10)	1,12	0,24	0,14	0,84	0,87	0,39

<sup>1</sup> Resíduo da Cervejaria AmBev, Unidade Águas Claras, Viamão, RS.

<sup>2</sup> Turfa oriunda da empresa Turfa Fértil- não corrigida (TNC).

<sup>3</sup> Turfa oriunda da empresa Turfa Fértil- sem fertilização e com correção do pH (TC).

<sup>4</sup> Casca de arroz carbonizada – CAC.

### 3.5.3 Parâmetros avaliados

Foram avaliados os mesmos parâmetros, utilizando os mesmos método, descritos em 3.4.2, do Estudo 2.

### 3.5.4 Extração de óleo essencial

O método utilizado para extração de óleo de *Elionurus* sp. foi o de hidrodestilação utilizando aparelho de destilação do tipo Clevenger (Langenau, 1948).



FIGURA 2.2 Aparelho de destilação tipo Clevenger. Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

Até o momento da destilação, o material coletado foi mantido em geladeira a 3 °C, no escuro. Tanto a parte aérea, quanto as raízes foram cortadas em pedaços de aproximadamente 5 cm. Os materiais foram colocados em balão volumétrico de fundo redondo com capacidade para 3L, aquecido por manta térmica com termostato a uma temperatura de aproximadamente 100 °C. A extração durou cerca de três horas ou quando

não se observava mais aumento no volume de óleo. Após a destilação, foi feita a leitura da quantidade do óleo na própria escala do aparelho e o hidrolato (água +óleo) foi recolhido em um frasco. Para separar o óleo da fase aquosa, o óleo foi extraído com funil de separação, utilizando éter como solvente. A remoção da água foi feita adicionando-se sulfato de magnésio anidro. Após 5 minutos de repouso a solução foi filtrada por meio de filtração simples e armazenada em frasco escuro.

Conforme a disponibilidade de material foram feitas destilações de duas até três amostras, mas para alguns tratamentos a pouca quantidade de material vegetal permitiu só uma extração.

### **3.5.5 Rendimento de óleo essencial**

O rendimento (R) de óleo foi obtido através da relação volume (mL) de óleo destilado por 100 gramas de massa fresca:  $R = mL/100g$

### **3.5.6 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro blocos e seis repetições por parcela.

### **3.5.7 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) transformados para  $\sqrt{x + 1}$ , com posterior comparação das médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. As variáveis observadas foram submetidas, ainda, à análise de correlação simples.

### **3.6 Estudo 4. Efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento de capim-limão**

#### **3.6.1 Condução do experimento**

O experimento foi conduzido durante o período de 20 de outubro de 2007 a 08 de janeiro de 2008 em casa de vegetação do DHS/UFRGS.

Foram feitas divisões de touceiras de plantas adultas de capim – limão de obtendo-se mudas contendo cinco perfilhos. Estas foram plantadas em sacos de polietileno preto contendo cerca de três litros de substrato turfa corrigida da Empresa Turfa Fértil ®.

Com aproximadamente um mês, quando as plantas começaram a se desenvolver, indicando que já possuíam um sistema radicular desenvolvido, foi iniciado o experimento.

#### **3.6.2 Tratamentos**

Os tratamentos consistiram de cinco doses de nitrogênio aplicadas em vasos como segue: As doses foram calculadas de modo a obter a equivalência de 0, 100, 200, 300 e 400 kg de N/ha para uso em sacos de plástico de 25 cm de altura, que resultaram em 0; 6,6; 13,2; 19,8 e 26,4 g de N/L de substrato. Como fonte de nitrogênio utilizou-se a uréia, parcelando-se em oito aplicações a cada oito dias.

A uréia era pesada em balança utilizando-se copos plásticos de 50mL identificados de acordo com cada dose. Depois, o conteúdo de cada copo era diluído aos poucos em um béquer plástico de um litro contendo água de torneira até o mesmo volume do recipiente.

A adubação era feita sempre no começo da manhã ou no fim da tarde, onde, cada muda recebia o equivalente a 50mL de água (copo descartável de café) com a dose do adubo nitrogenado.

As dosagens foram estipuladas a partir da adaptação de vários trabalhos envolvendo forragicultura e cultivo de gramínea do gênero *Cymbopogon* para extração de óleos essenciais os quais podem-se citar: Rao (2001), Sbrissia (2004) e Santos (2006) .

### **3.6.3 Parâmetros avaliados**

A avaliação foi a mesma feita no Estudo 2, vide item 3.4.2, além da avaliação da concentração total de nitrogênio na parte aérea (%).

### **3.6.4 Concentração de nitrogênio total na parte aérea (%)**

Após a moagem da matéria seca em moinho de facas com peneira de 0,1 mm, amostras da parte aérea (0,200 gramas) foram submetidas à análise de concentração de nitrogênio total conforme método descrito por Tedesco *et al.* (1995).

### **3.6.5 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro blocos e quatro repetições por parcela.

### **3.6.6 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e transformados para  $\sqrt{(x + 1)}$  com posterior comparação das médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. As variáveis observadas foram submetidas, ainda, à análise de regressão e correlação simples.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 Coleta de capim-limão (*Elionurus spp.*) para formação de coleção de trabalho.

As coletas foram pontuais e sugeridas pelos pesquisadores Hilda Longhi-Wagner, Ilsi Boldrini e Gabriel Rua. No total foram obtidas dez populações, dentre elas, apenas uma de outro Estado (Tabela 4.1).

TABELA 4.1 Dados de coleta de capim-limão (*Elionurus sp.*) no Rio Grande do Sul e no Distrito Federal. Porto Alegre, 2006-2007.

Nº Voucher Herbario ICN	Data coleta	Local da coleta	Lat/long	Coletor
10119	13/09/06	São Borja Br-472 p/Itaqui, RS.	28°05'02S 56°42'24 O	H.Longhi-Wagner e R. Schmidt.
152279	22/03/07	Morro Santana, Porto Alegre, RS.	30°03'35 S 51°07'28 O	A. C. Nunes
152280	04/10/06	Morro da Polícia, Porto Alegre, RS.	30°04 S 51°10 O	A. C. Nunes
152281	04/10/06	Morro da Polícia, Porto Alegre, RS.	30°06 S 51°12 O	A.C. Nunes
152282	13/09/06	São Borja Br-472 p/Itaqui, RS.	28°05'02S 56°42'24 O	H.Longhi-Wagner e R. Schmidt.
152283	28/06/07	Morro Santana, Porto Alegre, RS.	30°03'33 S 51°07'30 O	A.C. Nunes
	17/11/06	São Francisco de Paula, RS.	29°25'29 S 50°30'53 O	A.C. Nunes
	17/11/06	São Francisco de Paula, RS.	29°24'19 S 50°27'18 O	A.C. Nunes
	22/03/07	Morro Santana, Porto Alegre, RS.	30°03'26 S 51°07'30 O	A.C. Nunes
	07/08/06	Poço Azul, Brazlândia, Distrito Federal, DF.	105°05'15 S 48°03'16 O	A.C. Nunes e G, H. Rua

As coletas de campo são muito importantes se armazenadas adequadamente, porque permitem a utilização por outros pesquisadores sem haver a necessidade de se deslocar até o local da coleta para estudar as características morfológicas, ambientais e comportamentais de determinado gênero/ espécie. Além disso, através delas é possível prover informações, tais como vegetação da planta em estudo, tipo de solo onde ela se encontra, abundância e distribuição da mesma no local (Ming,1996, Scheel-Ybert, 2006).

A partir de plantas de *Elionurus* sp., acessadas neste estudo, contendo flores e/ou frutos, foi feita a herborização dos materiais para confecção de exsicatas e posterior identificação por especialistas. Estas foram depositadas no herbário ICN do Departamento de Botânica da UFRGS e cada material recebeu um número de identificação (Tabela 4.1).

É muito importante que todo o material de referência tenha um voucher (planta seca com número de identificação) como prova da coleta/ utilização daquele gênero ou espécie (Scheel-Ybert, 2006).

No entanto, quanto às exsicatas desta coleta, não houve consenso entre os taxonomistas consultados sobre a identificação dos materiais utilizados neste trabalho. Por isso, nesta pesquisa adotou-se o termo genérico *Elionurus* sp como referência a capim-limão. Embora, os materiais coletados no Morro Santana, em Porto Alegre, possam ser designados por *Elionurus muticus* (Spreng) Kuntze, pois tratam-se de coletas feitas exatamente no mesmo sítio de estudos ecológicos de Overbeck *et al.*

(2006), que citam esta espécie como muito freqüente nos campos rupestres deste Morro, fora das zonas de borda de mata.

Embora esse gênero tenha sido descrito apenas para as regiões do Planalto Médio e Missões (Boldrini, 1996), verifica-se, que de acordo com esse levantamento, que essa gramínea ocorre, ou pelo menos ocorria em todo Estado do Rio Grande do Sul.

Dada a importância do gênero e o potencial de suas espécies como plantas aromáticas, recomenda-se uma investigação sobre a taxonomia do gênero relativa às ocorrências no Brasil e com ênfase no Rio Grande do Sul, para esclarecer a nomenclatura específica.

#### **4.2 Estudo 1. Coleta de dados em Herbários do RS sobre o gênero *Elionurus***

No Herbário ICN do Instituto de Biociências-Departamento de Botânica da UFRGS foram encontradas 83 exsicatas desse gênero. Sendo 41 coletadas no Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 4.2), oito em outros países: Argentina (7) e Colômbia (1) e 34 em outros estados brasileiros (BA, DF, GO, MA, MG, MT, MS, PR, SC, SP) (Tabela 4.3).

No Herbário Anchieta (PACA) foram localizados 16 exemplares: 13 do RS e três de outros locais (Argentina, Santa Catarina e Paraná). Por último, o Herbário da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, que dispõe de somente nove exemplares. Destes, três do RS e o restante de outros estados ( MG, PR e SP) e um da Argentina.

No total foram identificadas 109 exsiccatas de *Elionurus*; 58 coletadas no Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 4.2) distribuídas em 26 cidades: 40 plantas coletadas em dez estados brasileiros, 10 na Argentina e, apenas uma na Bolívia (Tabela 4.3).

TABELA 4.2 Dados sobre locais e número de coletas do gênero *Elionurus* para o Estado do Rio Grande do Sul obtidos nos Herbários ICN, do Instituto de Biociências da UFRGS, Porto Alegre, PACA, Herbário Anchieta da UNISINOS, São Leopoldo, RS e HAS da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Depto. de Fitotecnia/ UFRGS, fev.2008.

HERBÁRIOS							
ICN		PACA		HAS			
Município	Nº	Município	Nº	Município	Nº	Município	Nº
Porto Alegre	5	Viamão	2	Porto Alegre	8	Caçapava do Sul	2
Quarai	5	Xangrila	2	Cambará do Sul	1	Capão da Canoa	1
São Borja	4	Encruzilha do Sul	1	Osório	1		
São José dos Ausentes	3	Livramento	1	Pareci Novo	1		
Cambará do Sul	2	Rio Pardo	1	Pelotas	1		
Carazinho	2	Santana da Boa Vista	1	São Leopoldo	1		
Guaíba	2	São Francisco de Assis	1				
Passo Fundo	2	Soledade	1				
Pelotas	2	Taim	1				
S. F. de Paula	2	Tainhas Vacaria	1				
Total ICN = 42		Total PACA = 13		Total HAS = 3			

TABELA 4.3 Dados referentes ao gênero *Elionurus* em alguns estados brasileiros, Argentina e Bolívia. Herbário ICN, do Instituto de Biociências da UFRGS, Porto Alegre, PACA, Herbário Anchieta da UNISINOS, São Leopoldo, RS e HAS da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Depto. de Fitotecnia/ UFRGS, fev.2008.

HERBÁRIOS CONSULTADOS		
ICN	PACA	HAS
Local	Local	Local
<u>Argentina</u>	<u>Argentina</u>	<u>Argentina</u>
<u>Bolívia</u>	PR	MG
DF	SC	PR
PR		SP
MT		
SC		
MG		
GO		
MA		
SP		
BA		
MS		

Em relação à identificação dos materiais do gênero *Elionurus*, verificou-se que no Herbário ICN, das 83 plantas analisadas, 28 estavam identificadas com o nome da espécie, tais como: *E. adustrus*, *E. bilinguis*, *E. candidus*, *E. latiflorus*, *E. muticus*, *E. rostratus*, *E. tripsacoides*, *E. viridulus*

. Todos, exceto *E. adustrus* e *E. bilinguis*, foram citadas por Araújo (1971) como espécies que ocorrem no RS.

Não houve consenso entre os taxonomistas consultados sobre a identificação dos materiais utilizados neste trabalho. Por isso, adotou-se *Elionurus* sp., dada a importância do gênero e o potencial de suas espécies como plantas aromáticas, recomendando-se um trabalho específico de taxonomia.

No herbário HAS, quatro das nove exsicatas continham o nome da espécie. Um identificado como *E. adustrus* e três como *E. muticus*.

Por último, no herbário PACA, apenas um dos 16 materiais não estava identificado. Nos demais constavam as espécies: *E. adustrus*, *E. candidus*, *E. muticus* e *E. rostratus*.

Um dado interessante é que a maioria das exsicatas do herbário PACA são muito antigas e valiosas, a maioria destas coletadas e determinadas ainda em 1935, pelo padre jesuíta Balduino Rambo, considerado um dos mais ilustres botânico gaúchos.

No tocante ao habitat, pouco foi informado. Contudo, há registro de que grande parte desses exemplares foram encontrados em campo limpo, no alto de cerros e coxilhas, dunas, vegetando também em ambiente rupestre e em solos arenosos. Também foram encontrados alguns poucos exemplares que foram coletados em campo úmido, beira de córregos e brejo, vegetando em solos argilosos.

Cabe ressaltar também que em todos os acervos foram encontradas plantas provenientes do Estado do Paraná e da Argentina, província de Corrientes.

Esses dados só reforçam a idéia de que essa gramínea é pouco conhecida e estudada, tanto no Rio Grande do Sul, quanto no Brasil, merecendo, deveras, atenção.

Esse levantamento realizado nos herbários serviu para orientar próximas coletas de campo. No entanto, de modo geral, as informações encontradas nas exsicatas foram incompletas ou inexistentes sobre aspectos como: ecologia, reprodução e habitat.

#### **4.3 Estudo 2. Propagação de capim-limão em função do número de perfilhos**

Mudas contendo três perfilhos mostraram-se mais baixas ( Figura 4.1 A) e com menor volume de raiz (Figura 4.1 B), diferindo dos outros tratamentos. Contudo, apresentou 100% de sobrevivência e ainda um incremento de 81% de novos perfilhos (Figura 4.1 E), indicando ser um bom número de perfilho que poderá ser utilizado como muda para propagação vegetativa.

Quanto à sobrevivência das mudas em função do número de perfilhos, aquelas mudas com maior número apresentaram menor índice de sobrevivência: 81,72% para mudas com sete, e 85,72%, para mudas com nove perfilhos. Em contrapartida, nos tratamentos com três e cinco perfilhos,

todas as mudas sobreviveram e ainda tiveram acréscimo no número de perfilhos de 81% e 28,6%, respectivamente.

Esperava-se o contrário, que plantas com maior reserva tivessem um índice de sobrevivência maior. Entretanto, quanto maior o número de perfilhos, maior a dificuldade de separar os perfilhos da planta mãe. Isso pode ter acarretado em danos nos perfilhos.

Mudas com nove perfilhos foram eficientes apenas, no que condiz ao comprimento da parte aérea (Figura 4.1A) e massa fresca (aérea e raiz) (Figura 4.1C) indicando que estas alocaram suas reservas em função do seu desenvolvimento vegetativo, enquanto que, mudas com menos perfilhos (três e cinco) priorizaram suas reservas para formar novos perfilhos (Figura E).

Esses dados parecem corroborar com relatos feitos por Santos (2006), que diz que à medida que as plantas crescem e se desenvolvem, existe uma competição, tanto entre plantas, quanto entre perfilhos, principalmente, por água, luz e nutrientes. Com isso, uma planta pode estiolar mais que outra e não ter maior biomassa que outra planta; enquanto do mesmo modo, uma planta pode perfilhar mais que outra, se esta obter todas as condições necessárias a sua sobrevivência.

Buglia & Ming (2004) avaliando a influência do número de perfilhos sobre a propagação de *E.* (um, dois e três), verificaram que só houve diferença entre o tratamento contendo um perfilho em relação aos demais para os parâmetros: altura, taxa de sobrevivência e peso da massa fresca de

planta. De acordo com os autores é necessário ao menos dois perfilhos para que seja possível garantir a propagação vegetativa desta espécie.

Para a muda poder se estabelecer é necessário que tenha reservas suficientes para se desenvolver. Quando a planta sofre um corte ela aloca primeiramente suas reservas para uma nova rebrota. Desse modo, ela despende em grande parte, das reservas para o crescimento da parte aérea,

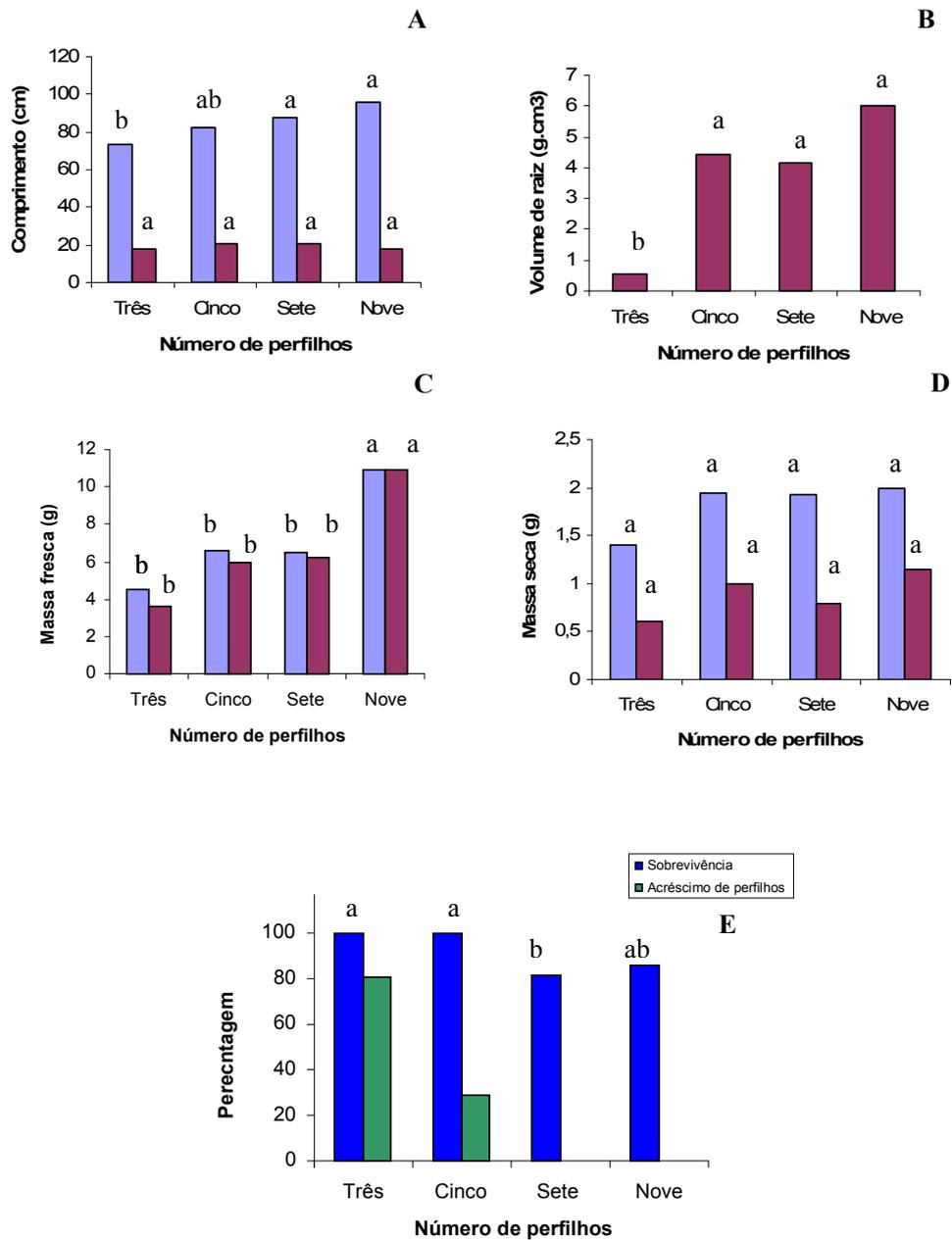


FIGURA 4.1 Dados referentes ao comprimento da parte aérea e de raiz (A), volume de raiz (B), massa fresca aérea e de raiz (C), massa seca aérea e de raiz (D), percentual de sobrevivência e acréscimo de perfilhos (E) em função do número de perfilhos iniciais de capim-limão. Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan 5%. Depto. de Fitotecnia/ UFRGS, fev.2008.

propiciando que, através da fotossíntese, ela possa fixar mais carbono, o qual depois será novamente alocado para outras partes da planta. Portanto, esperaria que plantas com maior número de perfilhos crescessem e se desenvolvessem mais rapidamente, que plantas com poucos perfilhos (Machado, 1999).

Um fator que pode ter interferido no experimento é a duração do experimento. Talvez um período mais longo de experimento poderia minimizar os efeitos do número de perfilhos no desenvolvimento de mudas.

#### **4.4 Estudo 3. Produção de capim-limão em diferentes substratos**

##### **a) Comprimento da parte aérea e de raízes (cm)**

A partir da análise de variância da altura e comprimento de raízes, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias comparadas pelo teste de Duncan 5% (Figura 4.2).

Aplicando-se análise de correlação para melhor avaliar o desenvolvimento de mudas de capim-limão frente a diferentes substratos verificou-se que a parte aérea está intimamente ligada ao sistema radicular. Assim, comprimento da parte aérea está positivamente correlacionada com comprimento de raiz ( $r^2=0,90$ ), da mesma forma com massa fresca de raiz ( $r^2=0,57$ ) e com volume de raiz ( $r^2= 0,53$ ). Isto indica que para a planta crescer e se desenvolver, ela precisa ter um sistema radicular desenvolvido capaz de suprir as necessidades de água e nutrientes, daí é fundamental a escolha de um substrato adequado ao tipo de planta.

Em relação às características físicas dos substratos foram significativas e positivas as correlações entre a altura de planta e os parâmetros densidade úmida e seca ( $r^2= 0,51$  e  $r^2= 0,60$ ), matéria seca ( $r^2= 0,64$ ), água tamponante ( $r^2= 0,62$ ) e houve correlação negativa para porosidade total ( $r^2= -0,45$ ).

Ao contrário do recomendado por Kämpf (2005), que indica o uso de substratos com densidade entre 300 a 500  $\text{kg.m}^{-3}$  para vasos de 20 a 30 cm de altura, verificou-se que, neste caso, o substrato que teve melhor desempenho em sacos de mudas com 25 cm de altura foi a mistura areia + turfa não corrigida + resíduo Brahma (A + TNC + RB) que apresentou densidade úmida de 1090  $\text{kg.m}^{-3}$ , e densidade seca de 902  $\text{kg. m}^{-3}$  (Tabela 3.1), superior ao recomendado pela autora.

A densidade afeta diretamente propriedades como porosidade e espaço de aeração, porque com o aumento da densidade aumenta-se o conteúdo de sólidos por volume, diminuindo, assim, o volume que seria ocupado pelo ar e pela água. Por isso, torna-se evidente que a porosidade também tenha sido evidenciada como um fator correlacionado negativamente.

Pode-se supor que esses resultados condizem com os locais onde o capim-limão é encontrado: em áreas secas geralmente em solos arenosos (Arechavaleta, 1984 ; Boldrini, 1997 ), onde provavelmente a densidade seja alta e porosidade total e espaço de aeração baixas. Mas esses fatores só são evidenciados quando se trata da mistura (A + TNC + RB), que apresenta porosidade total de 0,66  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ , pois para os outros substratos esse valor

variou muito pouco:  $0,79- 0,81 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  , exceto para a turfa corrigida (TC) com  $0,88 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$ , o único que se adequou ao valor considerado como ideal que é em torno de 85%, ( $0,85 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$ ) (De Boodt & Verdonck citado por Bellé 1990; Penningsfeld 1978 *apud* Backes & Kampf 1991) ( Tabela 3.1).

Percebe-se, no entanto que, o resíduo Brahma (RB), apesar de possuir valores de densidades (úmida e seca), matéria seca e água tamponante maiores que suas misturas, resultou em plantas um pouco menores em relação à mistura (A + TNC + RB) . Resultado este provocado pelo excesso de sais ( $\text{TTSS } 5,34 \text{ kg. m}^{-3}$ ) ( Tabela 3.1).

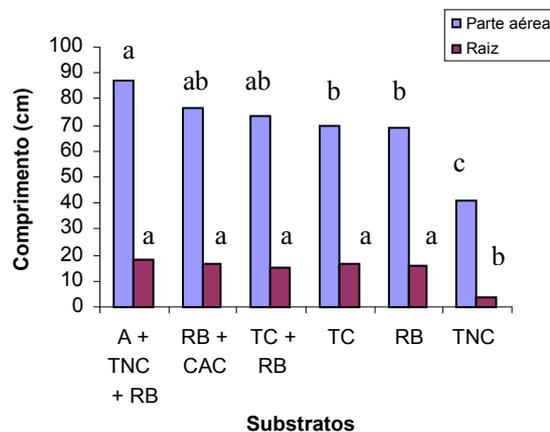


FIGURA 4.2 Comprimento da parte aérea e de raiz (cm) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não corrigida (A+ TNC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não corrigida (TNC). Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ( $p < 5\%$ ). (CV = 6%). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

O excesso de sais pode ocasionar o dessecamento e necrose decorrente da elevada pressão osmótica quando usado puro ou em grande porcentagem em misturas (Penningsfeld, 1978 *apud* Backes & Kämpf

Excluído: ¶

,1991). Também pode provocar desequilíbrio hormonal reduzindo a abertura dos estômatos, diminuindo assim a velocidade de troca de  $\text{CO}_2$  e ocasionando perdas de transpiração. Portanto, a redução na fotossíntese e aumento no custo energético para a manutenção da respiração, desvia assimilados que seriam utilizados para o crescimento (Bellé, 1990).

Segundo Penningsfeld 1978 *apud* Backes & Kämpf (1991) para um bom desenvolvimento de espécies rústicas e tolerantes a salinidade, a quantidade de sais em substrato tem que estar limitada em 3 g/L; para as demais espécies, recomenda-se valores em torno de 1 g/L.

Quanto ao comprimento de raiz, o único tratamento estatisticamente diferente dos demais tratamentos foi a turfa não corrigida (TNC) (Tabela 3.1). Pode-se notar que as duas turfas tiveram valores baixos para água facilmente disponível,  $0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  para TNC e  $0,10 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  para turfa corrigida (Tabela 3.1); entretanto, somente a primeira foi menos eficiente.

Na verdade, o substrato Turfa não corrigida (TNC), da empresa Turfa Fértil, foi mal identificado, pois, através das análises químicas e físicas, observou-se que esta apresentou pH menor do que a TC (3,36 e 5,93) respectivamente, e teor total de sais solúveis maior que a TC ( $0,82$  e  $0,52 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) (Tabela 3.1). Portanto, o substrato TNC não foi corrigido, mas sim adubado. O efeito do baixo pH e altos teores de sais resultou em plantas com raízes curtas e engrossadas (Figura 4.6), decorrente, provavelmente, de fitotoxicidade causada por algum metal presente neste material ou alguma carência mineral (Figura 4.3).

Fonteno (1996) afirma que, além da possibilidade de ocorrer fitotoxicidade em substratos por excesso de manganês solúvel, em valores de pH abaixo de 5,4, aumenta também o risco de toxidez por ferro, zinco e cobre, se esses estiverem presentes em quantidades significativas no substrato.



FIGURA 4.3 Raízes de plantas de capim-limão cultivadas em diferentes substratos: A) turfa não corrigida e B) areia + turfa não corrigida + resíduo Brahma.

#### **b) Número de perfilhos**

A partir da análise de variância do número de perfilhos, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias comparadas pelo teste de Duncan 5% (Figura 4.4).

Dentre os tratamentos, em número absoluto, as misturas (A + TNC +RB) apresentaram maior perfilhamento que os substratos puros (TC , RB e TNC). Destes, o TNC teve o pior desempenho (Figura 4.4).

O perfilhamento é resultante de vários fatores ambientais fisiológicos e genéticos (Mitchell, 1953; Hendrickson & Briske, 1997). Dentre os fatores

ambientais, os mais importantes são a luz, a temperatura, a água e a nutrição mineral ( Langer, 1979; Santos, 2006).

Como as mudas estavam no mesmo local, sob mesma intensidade de luz e temperatura, provavelmente, estes não tenham afetado o perfilhamento. Contudo, em relação às características físicas, nota-se, através das correlações entre número de perfilhos e a água tamponante ( $r^2=0,50$ ) e facilmente disponível ( $r^2= 0,47$ ), que estas foram determinantes para o parâmetro avaliado .

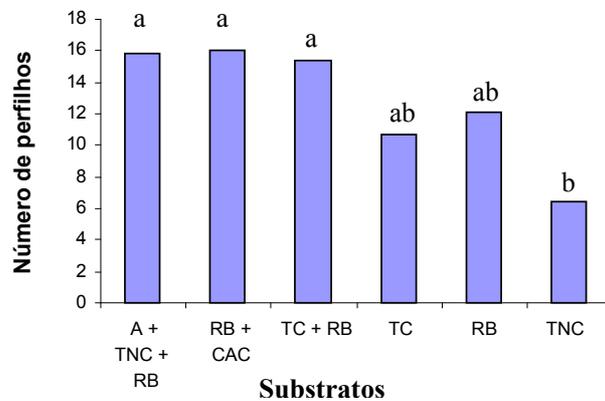


FIGURA 4.4 Número de perfilhos de capim-limão submetido a diferentes substratos : Areia + turfa não corrigida (A+ TNC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não corrigida (TNC). Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ( $p < 5\%$ ). (CV = 22% ).Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

De acordo com Aguila-Sancho (1988) a água fornecida em quantidades adequadas atua diretamente nas trocas gasosas e na absorção de nutrientes, afetando assim, a capacidade fotossintética. Com o aumento

de fotossíntese há aumento de fixação de carbonos, que depois serão alocados para o crescimento de novos perfilhos. Cabe destacar que apenas o resíduo Brahma (RB) não se encaixa nesses resultados, uma vez que os valores de água tamponante e facilmente disponível assemelha-se muito aos dados da mistura areia + turfa não corrigida e fertilizada + resíduo Brahma (A+TNC+RB) (Tabela 3.1). Neste caso, assim como nos resultados obtidos no comprimento de parte aérea, o excesso de salinidade influenciou no desenvolvimento de novos perfilhos.

### **c) Matéria fresca da parte aérea e de raízes (g)**

A partir da análise de variância da matéria fresca, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias comparadas pelo teste de Duncan 5% (Figura 4.5).

A análise de correlação entre matéria fresca da parte aérea e as características físicas dos substratos mostrou correlação positiva para os parâmetros densidade seca do substrato ( $r^2=0,47$ ), matéria seca do substrato ( $r^2=0,52$ ), água tamponante ( $r^2=0,47$ ) e água facilmente disponível ( $r^2=0,41$ ) e negativa para porosidade total ( $r^2=-0,40$ ). Resultados semelhantes aos dados obtidos para comprimento de parte aérea e número de perfilhos, onde o substrato com menor porosidade total e maior densidade (A + TNC + RB) (Tabela 3.1) resultou em plantas maiores (Figura 4.5) e com maior número de perfilhos (Figura 4.4) o que resulta em maior massa fresca. A mistura (RB + CAC) proporcionou também maior massa

fresca principalmente pelo maior número de perfilhos (Figura 4.7) não diferindo dos outros substratos, exceto pela turfa não corrigida.

Para a matéria fresca de raízes as correlações foram semelhantes com a matéria fresca da parte aérea correlacionando-se positivamente com volume de raiz ( $r^2=0,83$ ) densidade seca do substrato ( $r^2= 0,40$ ) e também negativa com porosidade total ( $r^2= -0,58$ ).

Na matéria fresca da parte aérea, só houve diferença significativa entre a turfa não corrigida (TNC) em relação aos outros tratamentos. Esse resultado deve-se a interação entre o número de perfilhos ( Figura 4.4) e o comprimento da parte aérea (Figura 4.2)

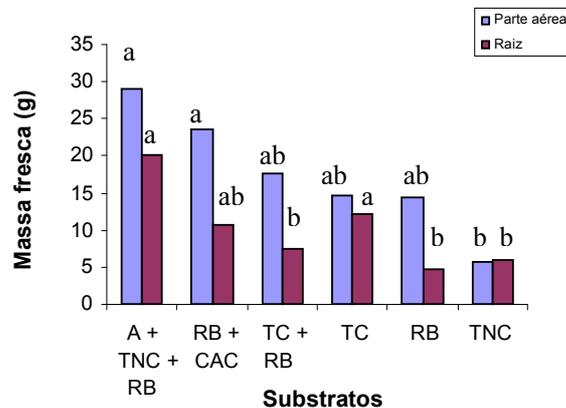


FIGURA 4.5 Massa fresca da parte aérea e de raiz (g) (b) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não corrigida (A+ TNC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não corrigida (TNC). Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ( $p < 5\%$ ). (CV aérea= 29%, CV raiz= 26%). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

#### d) Massa seca (g)

A partir da análise de variância de massa seca, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias comparadas pelo teste de Duncan 5% (Figura 4.6).

Como a matéria seca é apenas a massa fresca sem a presença de água, obtiveram-se para massa seca da parte aérea os mesmos resultados obtidos para massa fresca aérea (Figura 4.5). Entretanto para massa seca de raiz, os resultados obtidos através das médias pressupõem que pode ter havido um erro experimental pelo fato de terem sido acondicionados vários materiais ao mesmo tempo na estufa, alguns podem ter secado mais que outros havendo distinção de valores .

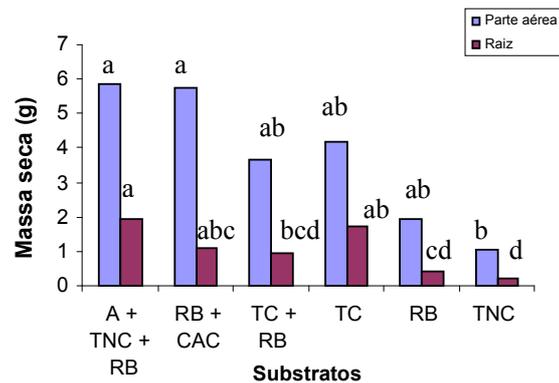


FIGURA 4.6 Massa seca da parte aérea (g) (a) e de raiz (g) (b) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não corrigida (A+ TNC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não corrigida (TNC). Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ( $p < 5\%$ ). ( $CV_{aérea} = 29\%$ ,  $CV_{raiz} = 14\%$ ). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

Para a massa seca aérea, houve correlação apenas com volume de raiz ( $r^2 = 0,79$ ). Já, para massa seca de raiz, além de haver correlação com volume de raiz ( $r^2 = 0,76$ ) houve correlação negativa para porosidade total ( $r^2 = -0,47$ ).

#### **e) Volume de raiz ( $\text{g.cm}^3$ )**

A partir da análise de variância do volume de raiz, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias comparadas pelo teste de Duncan 5% (Figura 4.7).

Observa-se, na Figura 4.7 que, em números absolutos, plantas mantidas em substrato (A +TNC + RB) apresentaram maior volume de raiz seguidos dos substratos (RB+ CAC), (TC +RB), (TC), (TNC) e (RB).

Na análise de correlação, houve apenas efeito negativo entre volume de raiz e porosidade total ( $r^2 = -0,55$ ). Todavia, pelos resultados obtidos, percebe-se que não foi apenas o fator porosidade total que influenciou o volume de raízes, pois, o resíduo Brahma e sua mistura (RB + TC) possuem valores de porosidade semelhantes ( $0,79 \text{ m}^{-3}.\text{m}^{-3}$  e  $0,81 \text{ m}^{-3}.\text{m}^{-3}$ ), respectivamente, e mesmo assim, o resíduo puro teve um desempenho pior (Figura 4.7).

Estima-se, que neste caso, a salinidade obtida no resíduo Brahma tenha resultado em volume de raiz inferior aos demais. Isso porque altas concentrações de sais geralmente limitam o crescimento vegetal e reduzem a produção, podendo causar a “seca fisiológica”, que afeta o crescimento

das plantas e também leva a danos e à morte das plantas (Bellé, 1990; Douglas *et al.*, 2007b).

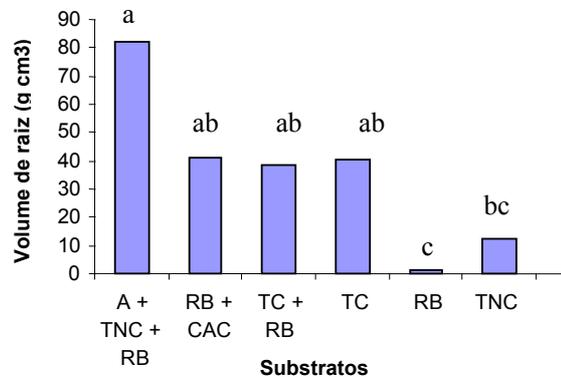


FIGURA 4.7 Volume de raiz ( $\text{g cm}^3$ ) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não corrigida (A+ TNC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não corrigida (TNC). Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ( $p < 5\%$ ). (CV = 33%). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

O ajuste osmótico decorrente do aumento de concentração iônica nas células pode ocasionar deformações celulares, que pode levar a um fluxo hídrico inverso, da planta para o solo (Edmond & Drapala, 1958 *apud* Fermino, 1996).

No caso da turfa não corrigida (TNC) o efeito negativo pode ter sido causado tanto pelo excesso de sais quanto por fitotoxicidade ocasionado por algum metal disponibilizado em pH ácido ou por carência de algum mineral.

**f) Rendimento de óleo essencial extraído folhas e raízes  
(mL/100g)**

Notou-se que o óleo extraído das folhas e raízes apresentavam características físico-químicas diferentes, tais como coloração, odor e densidade. O primeiro era um óleo translúcido, de cor amarelo-esverdeado, exalava cheiro de capim-cidró (*Cymbopogon citratus*), devido à presença de citral e era menos denso que a água. O óleo presente nas raízes já apresentava tom amarelo-alaranjado com odor forte. Apesar de ser menos denso que a água, este era viscoso e se aderiu à parede da vidraria (Figura 4.8).

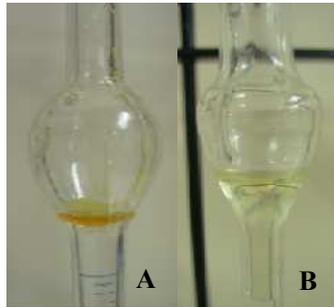


FIGURA 4.8 Óleo essencial extraído de folhas (A) e raízes (B) de capim-limão. Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

A partir da análise de variância do rendimento de óleo essencial presente em 100 gramas de folhas e das raízes de capim-limão, verificou-se que houve diferença significativa apenas para rendimento de óleo nas folhas entre as médias comparadas pelo teste de Duncan 5% (Figura 4.9).

O maior rendimento de óleo essencial extraído das folhas foi obtido pelo cultivo de capim-limão no substrato (A + TNC+ RB), o qual obteve

melhor desempenho em todos os outros parâmetros avaliados, seguido da turfa corrigida (TC) (Figura 4.9).

Para o rendimento de óleo nas raízes verificou-se que além das perdas provavelmente causadas pela volatilização de óleo, houve também perdas de material devido à viscosidade do óleo obtido, pois parte do mesmo ficava aderido nas paredes da vidraria (Figura 4.8b), o que pode ter contribuído para gerar um erro na avaliação deste parâmetro, não permitindo evidenciar diferenças entre as médias dos tratamentos. Por outro lado, pela escassez de material não foi possível trabalhar com três repetições e os valores, para fins da análise estatística foram estimado, possivelmente ampliando o coeficiente de variação.

O rendimento de óleo depende de vários fatores, tais como hora de coleta das plantas e temperatura do ambiente (Gobbo-Neto & Lopes, 2007 ).

Em alfavaca (*Ocimum gratissimum* ) foi notada uma variação de mais de 80% na concentração de eugenol na coleta entre o horário de meio-dia onde há a maior concentração de óleo essencial, em contraste como horário das 17h, onde há somente 11% de óleo (Silva 1999 *apud* Gobbo- Neto & Lopes, 2007).

Como os óleos essenciais são compostos por cadeias muito pequenas de carbono, estes se volatilizam muito facilmente à temperatura ambiente, e, como as extrações foram feitas em dias quentes de verão e em horários diferentes ao longo da manhã, esse fato pode ter corroborado para os resultados obtidos.

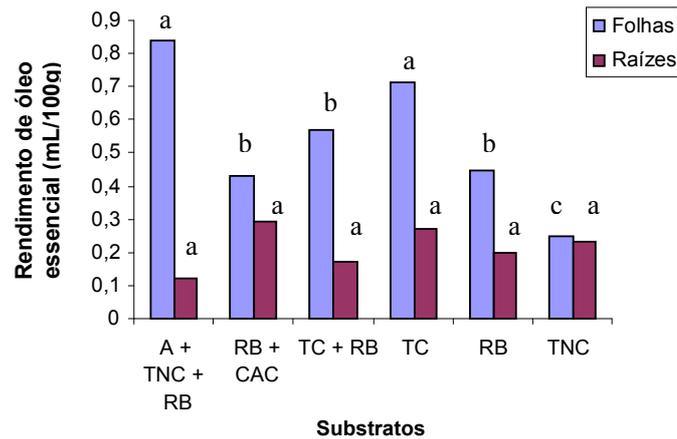


FIGURA 4.9 Rendimento de óleo essencial das folhas e das raízes de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não corrigida (A+ TNC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não corrigida (TNC). Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ( $p < 5\%$ ) (CV folha= 17% e CV raiz = 73%). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

#### g) Taxa de sobrevivência

A partir da análise de variância do volume de raiz, verificou-se que houve diferença significativa entre as médias comparadas pelo teste de Duncan 5% (Figura 4.10).

A água é muito importante, principalmente na fase de estabelecimento das mudas. Neste período as plantas precisam de mais água para restabelecer seu sistema radicular e aéreo, devido ao estresse causado pelo corte de folhas e raízes, e pela perda de água perdida na respiração.

Os substratos que principalmente nesse período conseguiram reter mais água (capacidade de retenção de água na pressão de sucção 50 e 100cm,  $r^2 = 0,61$  e  $r^2 = 0,56$ ) foram os que possibilitaram maior taxa de

sobrevivência das mudas de capim-limão, que neste caso, foram os substratos (RB, TC e TNC). Contudo, apesar de ter valores semelhantes aos valores de Cra 50 e Cra 100 dos tratamentos citados anteriormente, o substrato ( TC + RB) apresentou menor índice de sobrevivência (Tabela 3.1) (Figura 4.10).

Cabe ressaltar, também, que o experimento foi montado em uma época com dias quentes e a rega era feita inicialmente de forma manual e apenas uma vez por dia. Dessa forma, as mudas que estavam plantadas em substratos com maior retenção de água conseguiram ter uma maior taxa de sobrevivência.

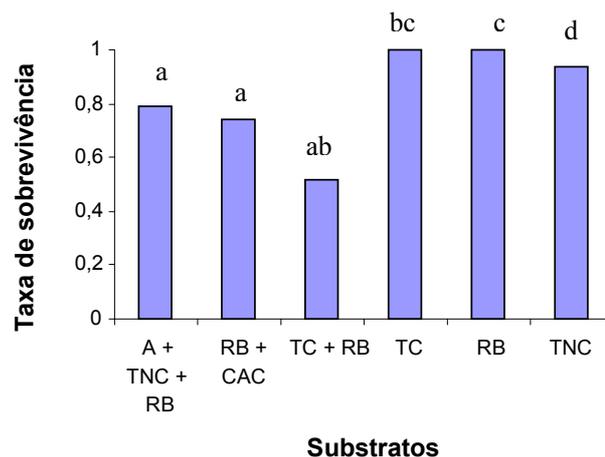


FIGURA 4.10 Taxa de sobrevivência (%) de capim-limão submetido a diferentes substratos: Areia + turfa não corrigida (A+ TNC+ RB), Resíduo Brahma + Casca de Arroz carbonizado (RB + CAC), Turfa corrigida + Resíduo Brahma (TC +RB), Turfa corrigida (TC), Resíduo Brahma, (RB) e Turfa não corrigida (TNC). Médias seguidas da mesma letra dentro de materiais não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ( $p < 5\%$ ) (CV = 3%). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2007.

Davies *et al.*, (2004) trabalhando com o cultivo de *E. muticus* na Estação de Brujai no Uruguai, destacou que a época de transplante dessa espécie é muito importante e que se não é feita na época certa (no caso do Uruguai, depois da última geada) não ultrapassando a segunda semana de novembro, pode-se ter uma perda de até 40% das mudas.

#### 4.5 Estudo 4. Adubação nitrogenada

##### a) Comprimento da parte aérea e das raízes (cm)

A altura da parte aérea e do comprimento de raízes diferiram significativamente entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ), ajustando-se ao modelo de regressão quadrática. A dosagem máxima apresentou um rendimento (53,2%) e (48,5%) maior que a dose zero em relação ao comprimento da parte aérea e raiz, respectivamente, havendo uma tendência ao aumento dos mesmos a partir da dose 19,8 g/L de nitrogênio (Figura 4.11).

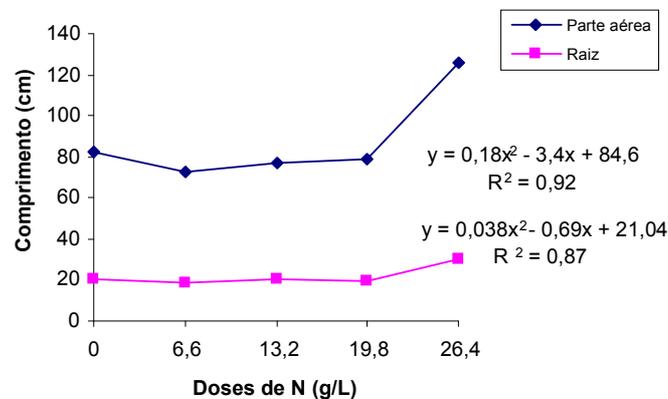


FIGURA 4.11 Comprimento da parte aérea e raiz (cm) de capim-limão submetido a doses de adubação nitrogenada. Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

De acordo com Mazzanti & Lamaire (1994) o nitrogênio atua no maior alongamento de colmos e caules. Isso porque sob adubação nitrogenada, a planta aloca no primeiro momento o nitrogênio para o crescimento da parte aérea aumentando assim a fotossíntese. As folhas mais desenvolvidas captam mais luz e fixam mais carbono que depois será alocado para as raízes e reservas (Gillet, 1984). Esses dois órgãos são altamente dependentes e tal fato pode ser observado, neste caso, pela análise de correlação entre eles. A correlação entre altura e comprimento e massa fresca de raiz foi significativa ( $p < 0,05$ ) para a média das amostras testadas nesse estudo ( $r^2 = 0,82$ ) e ( $r^2 = 0,50$ ), respectivamente.

Batista (2002) trabalhando com capim -Marandu observou que o maior crescimento radicular correspondeu a dose  $399,6 \text{ mg L}^{-1}$  de nitrogênio. Nessa dose o comprimento total de raízes foi 88% mais elevado que a menor dose ( $14 \text{ mg L}^{-1}$ ).

#### **b) Número de perfilhos**

A partir da análise de variância do número de perfilhos nos tratamentos (0, 6,6, 13,2, 19,8 e 26,4 g/L) de N, verificou-se que os tratamentos não diferiram entre si, ( $P = 0,08982$ ) (Figura 4.12).

Na curva, observa-se que da dose 0 a 6,6 g/l de N o perfilhamento é estável e, que, depois há um aumento abrupto de perfilhamento na dose 13,2g/l que logo diminui estabilizando-se novamente.

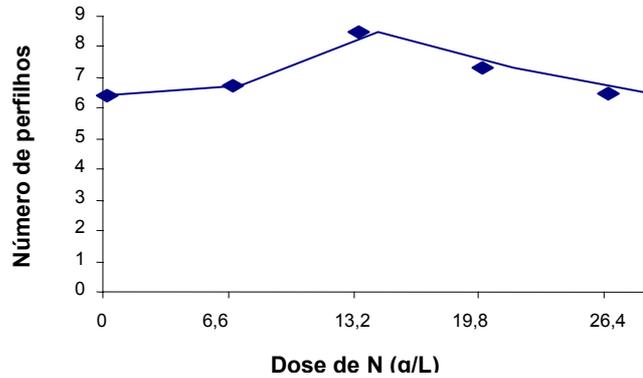


Figura 4.12 Número de perfilhos de capim-limão submetido a doses de adubação nitrogenada. Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

O perfilhamento de gramíneas é influenciado principalmente pela temperatura, luz, água e nutrição mineral (Langer, 1979). Dentre elas, a intensidade luminosa exerce um papel muito importante em relação ao perfilhamento, pois, estimula o desenvolvimento das gemas axilares e basais (Robson *et al.*, 1988). À medida que a densidade populacional de perfilhos aumenta, as plantas começam a competir pelos fatores citados acima. A sombra causada pela folhas maiores e a competição entre perfilhos reduzem a luz incidente afetando o “espectro de luz” (diminuindo a luz azul e a razão vermelho: infra-vermelho) que chega nas gemas e nos perfilhos mais jovens (Bahmani *et al.*, 2000).

Como efeito compensador, existe um mecanismo que parece ser proporcional à densidade populacional e o peso de perfilhos. Isso porque em baixas densidades populacionais, não há competição e o perfilho é o componente mais importante. Ao passo que, numa situação de competição, o peso seco do perfilho exerce papel primordial na produção de gramíneas (Carvalho, 2000). Portanto, nem sempre o maior número de perfilhos por

área, significa maior produtividade (Nelson & Zarroug *apud* Carvalho, 2000).

### c) Massa fresca da parte aérea e de raízes (g)

A partir da análise de variância para massa fresca (aérea e de raízes) verificou-se que os tratamentos não diferiram entre si ( $P = 0.648$  e  $P = 0.636$ ) (Figura 4.13).

Para massa fresca da parte aérea, apesar de não ter havido diferença significativa entre as doses, nota-se uma tendência ao acréscimo de massa com o aumento de doses. Já, para massa fresca de raízes, a curva demonstra dois declínios ocorridos nas doses (6,6 e 26,4 g/L) de N.

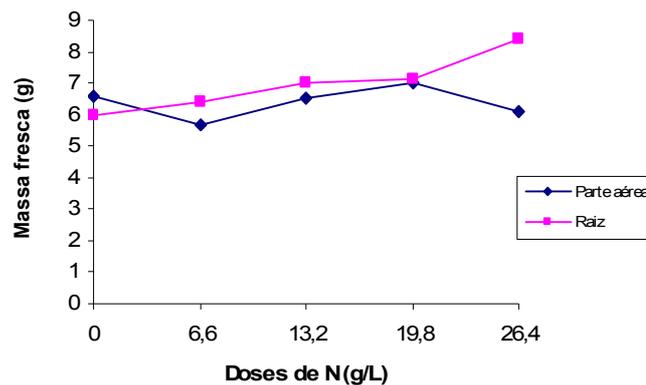


FIGURA 4.13 Massa fresca da parte aérea e da raiz (g) de capim-limão submetidos a doses de adubação nitrogenada. Depto. de Fitotecnia/UFRGS, 2008.

Segundo Gillet (1984) a fertilização nitrogenada promove o crescimento rápido das plantas através do acúmulo de água nos tecidos, principalmente dos tecidos jovens. Como a massa fresca foi o último

parâmetro a ser avaliado e como o dia estava muito quente, as plantas ao longo do dia devem ter perdido água o que influencia o resultado.

#### d) Massa seca da parte aérea e de raízes (g)

Para o parâmetro massa seca (g), observou-se significância ( $P < 0,05$ ) ajustando-se ao modelo de regressão cúbica (Tabela 4.14).

Ao contrário dos resultados obtidos no comprimento da parte aérea e raiz, a adição de adubo nitrogenado fez com que houvesse um acréscimo de 65% da massa seca de raiz e um decréscimo de 26% da massa seca da parte aérea em relação ao tratamento sem adubação (Figura 4.14).

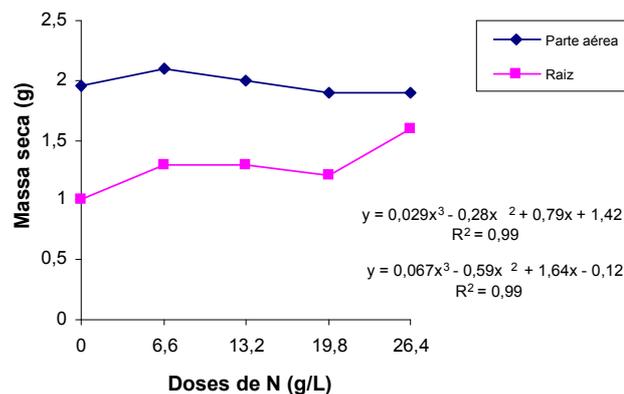


FIGURA 4.14 Massa seca (em g) da parte aérea (a) e de raízes (b) de capim-limão submetido a doses de adubação nitrogenada. Faculdade de Agronomia –UFRGS, Porto Alegre, 2008.

Esse resultado está de acordo com Gillet (1984) no qual afirma que no primeiro momento, a planta rica em nitrogênio orienta suas reservas de carbono prioritariamente para o crescimento aéreo, consumindo mais carbono que o fixado pelas folhas. Isso faz com que diminua o acúmulo de

reservas e o crescimento de raízes. A partir do momento que a parte aérea mais desenvolvida começa a captar mais luz, ela fixa mais carbono e este será alocado no processo de desenvolvimento das raízes. É possível então que, de acordo com os resultados obtidos dois fatores tenham influenciado para a redução da MS da parte aérea. O período do experimento e a disposição do mesmo na casa de vegetação. Como o experimento foi conduzido em 49 dias, este tempo pode ter sido muito pouco para que as plantas assimilassem de modo eficiente todo o nitrogênio disponível.

Sobre a localização dos vasos do experimento em relação à orientação da casa de vegetação, no sentido norte-sul, aqueles foram dispostos no lado oeste, o qual recebia sol após o meio-dia. Além disso, há que se considerar a sombra causada pelas árvores e objetos em volta da casa que podem ter reduzido a luminosidade interna pelo sombreamento, prejudicado o desenvolvimento das plantas pela redução da fotossíntese.

No momento que foi instalado esse experimento, foi feito outro no sentido oposto, sentido leste, onde tinha lugar disponível e notou-se que estas mudas se apresentaram mais vistosas e mais desenvolvidas do que as do lado oeste, provavelmente porque tinham maior disponibilidade de luz.

Outra possibilidade é que, o material ao ser acondicionado na estufa não tenha secado totalmente levando a um erro experimental.

Rao (2001) avaliando a produção de biomassa e o rendimento de óleo essencial de *C. Martinii* (Roxb.)Wats. var. *motia* Burk. sob diferentes fontes e níveis de adubação nitrogenada utilizou esterco de gado 0 e 15 t/ha/ano, e uréia nas doses de 0, 40 e 80 kg N/ha/ano. Verificou que a

adição de uréia a 80 kg/ha de nitrogênio foi mais eficiente que a dose 40 kg/ha aumentado a quantidade de biomassa de 42,6 % para 57,6% e de óleo essencial de 44,4% para 60,3% em relação a não aplicação de nitrogênio. Já a aplicação de 15 toneladas de esterco também elevou a biomassa em 10,7% e o óleo em 10,3% em relação ao controle.

#### e) Volume de raízes

Para o parâmetro volume de raízes ( $\text{g/ cm}^3$ ), não houve diferença significativa na análise de variância ( $P= 0,659$ ) ( Tabela 4.15). Todavia, nota-se que em números absolutos o volume máximo de raízes situa-se em torno da dose 19,8 g/L de N seguido de um decréscimo brusco na última dose .

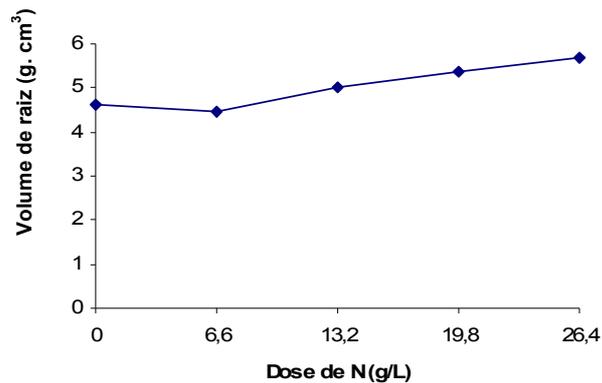


FIGURA 4.15 Volume de raiz ( $\text{g. cm}^3$ ) de capim-limão sob níveis de adubação nitrogenada. Depto. de Fitotecnia/ UFRGS, 2008.

Assim, como no parâmetro comprimento de raiz (Figura 4.11), houve aumento no volume de raiz com o acréscimo de nitrogênio. Esse aumento é

importante, pois, o volume de raiz implica em maior superfície de raiz disponível para absorver água e nutrientes.

#### **f) Concentração de nitrogênio total na parte aérea**

Na análise de variância para concentração de nitrogênio na parte aérea de capim-limão observou-se significância ( $P < 0,05$ ) ajustando-se ao modelo de regressão quadrática.

Verifica-se na Figura 4.15 que houve uma maior concentração de nitrogênio na dose 6,6 g/L de nitrogênio em relação à testemunha. Logo após, ocorreu um pequeno declínio na dose 13,2g/L e depois a estabilização da curva.

Há hipóteses que sugerem que a absorção de nitrogênio pode ser influenciada pela luz, irrigação, concentração prévia de nitratos na planta e pela espécie.

A falta de água afeta a fotossíntese reduzindo a capacidade fotossintética da planta através do fechamento dos estômatos e com isso, diminuindo a produção de enzimas e coenzimas necessárias para as etapas de assimilação do nitrogênio. Mas sabe-se também que a luz também atua na etapa de assimilação do nitrogênio favorecendo a redução de nitratos e otimizando a absorção desse nutriente (Malavolta, 1980; Gillet, 1984).

Como existe um limite de concentração de nitrato absorvido pela planta, o excesso desse elemento causado por um aporte elevado de adubação nitrogenada não é mais incorporado pela planta. Porém existem espécies que absorvem menos nitrogênio que outras gramíneas, salvo com fertilizações muito mais pesadas. Um exemplo disso é a gramínea Ray-grass

italiano que em geral possui menos nitrogênio orgânico total que as outras gramíneas (Gillet, 1984).

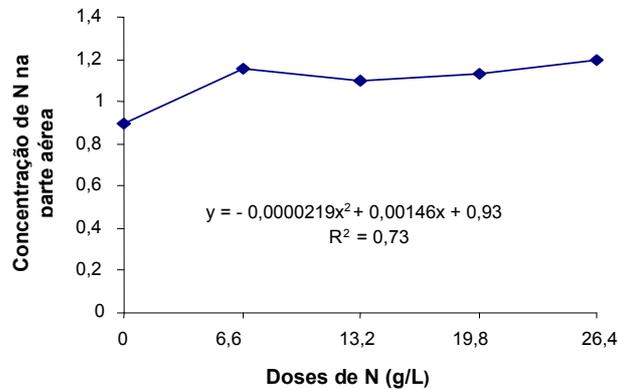


FIGURA 4.16 Concentração de nitrogênio (%) na parte aérea de capim-limão, em função de doses de nitrogênio (uréia). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

#### **g) Rendimento de óleo essencial presente na parte aérea (mL/100g)**

A análise de variância para o rendimento de óleo essencial da parte aérea de capim-limão mostrou que há significância ( $P < 0,05$ ) entre doses de N e rendimento de óleo essencial, ajustando-se ao modelo de regressão cúbica.

Observa-se na Figura 4.17 que as doses 6,6 e 26,4 g/L de N apresentaram um comportamento antagônico. Enquanto que a primeira dose (6,6 g/L) aumentou em 42% a quantidade de óleo essencial em relação à dose zero, a última provocou um decréscimo do rendimento na ordem de 48%.

Bottselle *et al.* (2006) que ao estudar a influência de quatro doses de adubação nitrogenada (0, 30, 60 e 90 kg/ha) na composição química e no rendimento de óleo essencial extraído da massa fresca e seca de folhas de *E. viridulus*, encontraram que as doses utilizadas e o tipo de material utilizado (fresco ou seco) não diferiram entre si, porém, a dose máxima de nitrogênio aumentou o rendimento em até 30% em relação ao tratamento testemunha.

Como já citado, Rao (2001) verificou que no cultivo de *C. Martinii* (Roxb.)Wats. var. *motia* Burk. com 80 kg N/ha/ano de uréia houve um aumento no rendimento de óleo essencial de 44,4% para 60,3% em relação a não aplicação de nitrogênio.

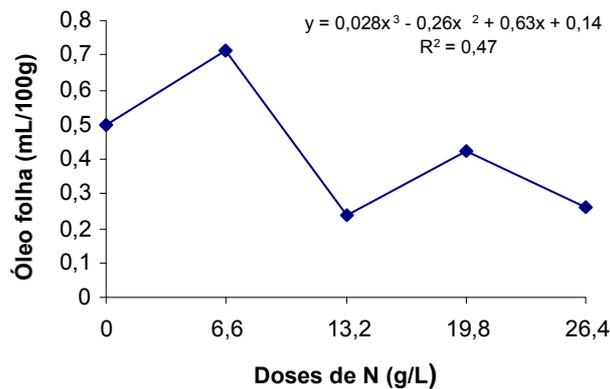


FIGURA 4.17 Rendimento de óleo essencial extraído das folhas de capim – limão (mL/100g matéria fresca). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

Singh & Sharma (2001) avaliando a influência da irrigação (0,25, 0,50 e 0,75) e três doses de nitrogênio na forma de uréia (0, 100 e 200 Kg ha<sup>-1</sup>)

na produção de óleo de palmarosa (*C. martinii*) verificaram que a dose 200 kg/ha produziu mais massa fresca e óleo que as doses 0 e 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Em contrapartida, Singh (1999) realizando um experimento com *C. flexuosos* utilizando as mesmas condições de irrigação, porém com quatro doses de nitrogênio na forma de uréia (0, 50, 100, 150), concluiu que o regime de umidade do solo mantido a 0,75 IW: CPE aumentou altura das plantas, índice de área foliar e a quantidade de óleo essencial em relação aos outros tratamentos. A dose 100 kg N/ ha<sup>-1</sup> também resultou no aumento da altura das plantas e índice de área foliar, porém, no que condiz a quantidade de óleo, a dose 150 kg N/ ha<sup>-1</sup> não apresentou aumento significativo em comparação com a dose 100 kg N/ ha<sup>-1</sup>. Neste estudo, o resultado obtido através da análise de correlação entre altura de planta e produção de óleo na folha foi significativa (  $P < 0,05$ ) porém negativa ( $r^2 = -0,47$ ).

Santos (2006) afirma que fatores que contribuem para expansão foliar parecem favorecer a produção final de óleos essenciais para *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf porém em *Elionurus* parece acontecer o contrário. Isto pode ser atribuído ao fato de que a espécie *C. citratus* possui 334 tricomas glandulares por mm<sup>2</sup> distribuídos tanto na face abaxial quanto adaxial da folha enquanto que *E. latiflorus* apresenta apenas 138,8 tricomas glandulares por mm<sup>2</sup> presentes somente na face adaxial (Czepak, 2000).

No caso de *Elionurus*, supõe-se que o aumento no comprimento das folhas pode apenas ter afetado a distribuição espacial dos tricomas e não a quantidade dos mesmos.

#### h) Rendimento de óleo essencial presente nas raízes (mL/100g)

Através da análise de variância para o rendimento de óleo essencial nas raízes de *Elionurus*, verificou-se significância ( $P < 0,05$ ) para o rendimento de óleo essencial nas raízes ajustando-se ao modelo de regressão quadrática.

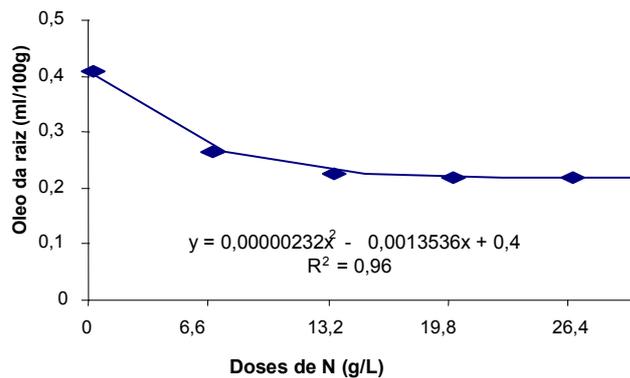


Figura 4.18 Rendimento de óleo essencial extraído das raízes de capim-limão (mL/100g MF). Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre, 2008.

Analisando-se a resposta obtida (Figura 4.18) percebeu-se que o aumento da dosagem de adubação fez com que diminuísse a quantidade de óleo essencial presente nas raízes. Neste caso, observa-se que, a adição de adubo nitrogenado influencia diretamente o rendimento de óleo essencial nas raízes.

Houve também correlação negativa entre a porcentagem de N na parte aérea e o rendimento de óleo na raiz ( $p < 0,01$ ) e ( $r^2 = -0,68$ ).

De acordo Gillet (1984) o carbono proveniente do nitrogênio (adubação) é utilizado primeiramente para o crescimento aéreo consumindo também o carbono das reservas e raízes. Depois com o aumento da área foliar, a planta começa a captar mais luz fixando mais carbono que será alocado novamente para as reservas e as raízes.

Como os óleos essenciais são compostos principalmente por cadeias de carbono (Castro *et al.*, 2004) possivelmente o carbono pode ter sido alocado para o crescimento aéreo.

#### 4 CONCLUSÕES

- 1) A coleta de capim-limão (*Elionurus sp.*) no Rio Grande do Sul e no Distrito Federal permite formar uma coleção de trabalho composta por nove populações de *Elionurus spp.*
- 2) A pesquisa em três herbários na grande Porto Alegre permite localizar 109 exsicatas de *Elionurus spp.* e sua ocorrência no RS, entretanto, por falta de identificação clara, não permite elucidar espécies e habitats.
- 3) O melhor resultado para a propagação vegetativa de capim-limão, via divisão de touceiras, é obtido através de mudas contendo três perfilhos.
- 4) Mudas de *Elionurus sp.* têm melhor desempenho vegetativo quando cultivadas em substratos com alta densidade e baixa porosidade total.
- 5) Quanto ao crescimento vegetativo, mudas de *Elionurus sp.* respondem positivamente a adubação nitrogenada usada na forma de uréia na dose estimada de 19,8 g de N/L por vaso.
- 6) Mudas de capim-limão submetidas a diferentes substratos apresentam melhor rendimento de óleo na folha em substrato Areia +

Turfa corrigida. Já, na raiz, o rendimento de óleo é maior com a mistura de Resíduo de cervejaria + Casca de arroz carbonizada.

- 7) Plantas de capim-limão cultivadas sob diferentes doses de N têm melhor rendimento de óleo essencial na folha utilizando-se o equivalente a 6,6 g/L de N por vaso. Nas raízes, o uso de nitrogênio afeta negativamente sobre a concentração de óleo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de taxonomia desse gênero são muito antigos, mudando de acordo com cada autor, o que gera confusões na classificação de plantas. Por isso, é importante e necessário que se façam novos estudos e pesquisas sobre esse gênero de gramínea no Brasil.

A criação de coleções de plantas *ex situ* torna-se muito importante, uma vez, que a devastação de áreas para plantações, criação de gado e mesmo a urbanização, têm acabado com áreas naturais onde se encontram espécies nativas pouco conhecidas. Também são necessárias para o próprio estudo biológico e fisiológico das espécies.

Para separar mudas de capim-limão, proveniente de uma touceira, deixe-a de molho por algumas horas, o que facilitará o trabalho. Após estarem prontas, as mudas, devem permanecer em um recipiente com água para evitar o ressecamento de raízes, que é rápido, principalmente em dias quentes.

A pesquisa com diferentes substratos e misturas propicia encontrar um meio mais barato e eficiente para o desenvolvimento de cada tipo de planta, sobretudo de espécies nativas.

Para efeito de rendimento de óleo essencial, são necessários mais estudos sobre a influência do uso de um ou mais macronutrientes, doses mais

adequadas de adubação e também estudos em diferentes épocas do ano, visto que, esses fatores influenciam diretamente na qualidade e quantidade de óleo produzido.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R.P. Seasonal variation of terpenoid constituents in natural population of *Juniperus pinchottii* Sudw. **Phytochemistry**, Netherlands, v.9, p. 397-402, 1970.

AGUILA-VILA, J.; SASTRE, J. L.; ÁLVARES, A.; AGUILA-SANCHO, J. F.. The use of black peat mixture in horticultural growth media. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.221, p.85-104, 1988.

APPLETON, E. Soil problems and diagnostic aspects of mineral nutrition. In: HEWITT, E. J. Q.; SMITH, T. A. **Plant Mineral Nutrition**. London : The English Universities Press, 1974. p. 105-144.

ARAÚJO, A. A. de. **Principais Gramíneas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Sulina, 1971. 255p.

ARECHAVALETA, J. **Las gramíneas uruguayas**. Montevideo: Oriental, 1894. 550 p.

BACHS, E.D.; LORENZO, D.; PAZ, D. Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales. In: GARMENDIA, P.B.; FOSSATI, A.; SONEIRA, E.U.; HIRSCHY, A.; VAGO, J.D.; COSTA, M.(Ed.) **Estúdios de domesticacion de cultivo de espécies medicinales y aromáticas nativas**. Canelones: Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), 2004. p.159-168. (Série Fpta-INIA, 11)

BAILEY, D. A.; FONTENO, W. C.; NELSON, P. V. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: North Carolina State University, 2000a. Disponível em: <[http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs\\_ghsubfert.pdf](http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs_ghsubfert.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2006.

BAILEY, D. A.; NELSON, P. V.; FONTENO W. C. **Substrates pH and water quality**. Raleigh: North Carolina State University, 2000b. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

BARHART, S. **How pasture plants grow**. Iowa: Iowa State University, 1999. Disponível em: <  
<http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1791.pdf>>. Acesso em :  
 9 de fev. 2008.

BARKWORTH, M. E. **Elionurus**: Grass manual of web. Utah: Utah State University, 2006. Disponível em:  
<http://herbarium.usu.edu/FLORA/taes/tracy/610/elionurus.html>. Acesso em: 14 de ago. 2006.

BATISTA, K. **Respostas do capim-marandu a combinações de doses de nitrogênio e enxofre**. Piracicaba: ESALQ, 2002. 84f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BEARDSELL, D. V.; NICHOLS, D. G.; JONES, D. L. Physical properties of nurse potting-mixtures. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.11, n.1, p. 1-8, 1979.

BELLÉ, S. **Uso da Turfa “Lagoa dos Patos”(Viamão/RS) como Substrato Hortícola**.1990. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A.N. Utilização de casca de arroz carbonizada como condicionador hortícola para um solo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 8, p. 1265-1271, 1994.

BHAN, M. K.; REKHA, K.; AGARWAL, S. G.; DHAR, P. L.; THAPPA, R. K. Variation of oil content in a new clone of Jamarosa “RL-931”( *Cymbopogon nardus* var. *confertiflorus* x *C. jwarancusa*) during one year of crop growth. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.31, p.187-191, 2003.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**, Porto Alegre, n.56, 1997.

BOLDRINI, I. I; BOSSLE, W. P. Composição botânica dos campos naturais da Estação Experimental Zootécnica de Tupanciretã da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul: relação ilustrada de gramíneas (parte II). Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas “Francisco Osório”, **Porto Alegre, v.5, t. 2, dez. 1978**.

BOTTSELLE, G. di V.; VIAU, L. V. M.; MOSTADEIRO, C. P.; MOSTADEIRO, M. A. Influência da adubação nitrogenada na composição química e no rendimento do óleo essencial de *Elyonurus viridulus*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

QUÍMICA, 29., 2006, Águas de Lindóia. **Livro de resumos...** [Águas de Lindóia], 2006.

BRASIL. Gabinete da Casa Civil da Presidência da República. **Lei Nº10.711, de 5 de agosto de 2003.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/leis/2003/L10.771.htm>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos.** Brasília, 2006. 60p.

BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Eds.) **Grazing management: an ecological perspective.** Portland: Timber Press, 1991. v.4, p.85-108.

BROWN, W. V. Chromosome Numbers of Some Texas Grasses. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v.78, n.4, p.292-299, 1951.

BUGLIA, A. G. ; MING, L. C. Development of *Eliourus latiflorus* Nees as affected by numbers of tillers. In: SIMPOSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 3 ,2004, Manaus. **Livro de resumos...** [Manaus], 2004. p.258.

BURBOT, A. J.; LOOMIS, W. D. Effects of light and temperature on the monoterpenes of peppermint. **Plant Physiology**, Urbana, IL, v.42, p.20-28, 1967.

CALIXTO, J. B. Biodiversidade como fonte de medicamentos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n.3, 2003. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000300022&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000300022&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 26 de mar. 2008.

CARVALHO, C. A. B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.* manejadas em quatro intensidades de pastejo.** Piracicaba : ESALQ, 2000. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CASSEL, D. K. ; NIELSEN, D. R. Field capacity and available water capacity. In: KLUTTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis.** Part 1. Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison : American Society of Agronomy : Soil Science Society of Agronomy, 1986. p.901-926,

CASTELLANI, D. C.; CASALI, V. W. D; SOUZA, A L; CECON, P. R.; CARDOSO C. A. MARQUES, V. B. Produção de óleo essencial em catuaba (*Trichilia catigua* A. Juss) e negramina (*Siparuna guianensis*

Aubl.) em função da época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.4, p.62-65, 2006.

CASTRO, H. G.; FERREIRA, F. A.; DA SILVA, D. J. H.; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: Metabólitos secundários**. 2.ed. Viçosa: Suprema, 2004. 113p.

CASTRO, L. O. de ; RAMOS, R. L. D. **Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais: *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., capim-cidrô, *Cymbopogon martinii* (Rox.) J.F. Watson, palma-rosa, *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle, citronela, *Elyonurus candidus* (Trin.) Hack. , capim-limão, *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, vetiver**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 31p. (Boletim FEPAGRO, 11)

CELARIER, R. P. *Elyonurus argenteus*, a South African grass with five chromosome pairs. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v.84, n.3, p.157-162, 1957.

CHAGONDA, L. S.; MAKANDA, C.; JEAN-CLAUDE, CHALCHAT. The essential oils of wild and cultivated *Cymbopogon validus* (Stapf) Stapf ex Burt Davy and *Elyonurus muticus* (Spreng.) Kunth from Zimbabwe. **Flavour and Fragrance Journal**, Hoboken, v.15, n.2, p.100 -104, 1999.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993. p.55-64.

CLAYTON, W. D.; HARMAN, K. T.; WILLIAMSON, H. **World Grass Species: Descriptions, Identification, and Information Retrieval**. Disponível em: <<http://www.kew.org/data/grasses-db.html>> Acesso em: 08 de nov. 2006.

CORRÊA, B. D. **Doses de nitrogênio e de magnésio afetando aspectos produtivos e bioquímicos dos capins Colômbio, Tanzânia e Vencedor**. Piracicaba : ESALQ, 1996. 76f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

CZEPAK, M. P. **Produção de óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf e *Elyonurus latiflorus* Nees em diferentes arranjos espaciais**. Botucatu: UNESP, 2006. 97f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual de São Paulo, 2000.

DAVIES, P.; VILLAMIL, J. J.; ASHFIELD, R. Fichas Técnicas de Cultivo: Pasto limón. In: GARMENDIA, P. B.; FOSSATI, A.; SONEIRA, E. U.; HIRSCHY, A.; VAGO, J. D.; COSTA, M.(Ed.) **Estudios de domesticacion de cultivo de especies medicinales y aromáticas**

**nativas**. Canelones: Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), 2004. p.83-87. (Série Fpta-INIA, 11)

De BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.26, p.37-44, 1972.

BAILEY, D. A.; NELSON, P. V.; FONTENO, W. C. **Plant nutrition testing procedures: greenhouse Sat's?** Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph.pdf>.> Acesso em: 28 de out. 2007.

DUDAI, N. et al. Essential oils as allelochemicals and their potencial use as herbicides. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.25, n.5, p.1079-1089, 1999.

DZINGIRAI, B.; MUCHUWETI, M.; MURENJE, T.; CHIDEWE, C.; BENHURA, M. A. N.; CHAGONDA, L. S. Phenolic content and phospholipids peroxidation inhibition by methanolic extracts of two medicinal plants: *Elionurus muticus* and *Hypoxis hemerocallidea*. **African Journal of Biochemistry Research**, Nairobi, v.1, n.7, p.137-141, 2007.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de Resíduos Industriais e Agrícolas como Alternativas de Substratos Hortícolas**. 1996. 91f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 89f. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FIGUEIREDO, R. O.; DELACHIAVE, M. E. A.; MING, L. C. Reguladores vegetais na produção de biomassa e teor de óleos essenciais em *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, em diferentes épocas do ano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.3, p.31-35, 2006.

FONTENO, W. C. An approach to modeling air and water status of horticultural Substrates: Substrates in horticulture. **Acta Horticulture**, Wageningen, v.238, p. 67-74, 1989.

FONTENO, W. C. Problems & considerations in determining physical properties of horticultural substrates: Substrates in horticulture. **Acta Horticulture**, Wageningen, n.342, p.97-204, 1993.

FONTENO, W. C.; HARDEN, C. T. **Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU**

**porometer.** Horticultural Substrates Laboratory: Department of Horticultural Science, North Carolina State University. Disponível em: <[http://www.ncsu.edu/project/hortsublab/pdf/porometer\\_manual.pdf](http://www.ncsu.edu/project/hortsublab/pdf/porometer_manual.pdf)>. Acesso em: 10 de dez. 2007.

FREITAS, T. F. S. **Densidade de sementeira e adubação nitrogenada em cobertura na época de sementeira tardia de arroz irrigado.** 2007. 71f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, Oxford, v.83, p. 423-429, 1999.

GILBERT, B. et al. Activities of the Pharmaceutical Technology Institute of Oswaldo Cruz Foundation with medicinal, insecticidal and insect repellent plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.71, n.2, p.265- 71, 1999.

GILLET, M. **Las gramíneas forrajeras.** Zaragoza: Editorial Acribia,1984. 355p.

GOBBO-NETO,L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de plantas ornamentais. In: MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J.; PENTEADO, S, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; SILVEIRA, R. B. A. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. p.108-115.

GOULD, F. W.; SODERSTROM, T. R. Chromosome Numbers of Tropical American Grasses. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v.54, n.6, p.676-683, 1967.

GUERRA, P. M.; NODARI, R. O. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES, M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 5.ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, p.13-28, 2004.

GUENTHER, E. **The essential oils.** New York: Van Nostrand Company, 1950.

GUENTHER, E. **The essential oils.** Malabar: Krieger, 1972. 427p.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. 2002 100f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: University of New South Wales Press, 1999. 448p.

HAYNES, R. J.; GOH, K. M. Evaluation of potting media for comercial nursery production of container-grow plants: IV Physical properties of a range amendment peat-based media. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.21, n.3, p.449-456, 1978.

HEIDEN, G; IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V. L.; MACIAS, L. Biogeografia de *Baccharis* sect. Caulopterae (*Asteraceae*) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 58, n.4, p.787-796, 2007

HENDRICKSON, J. R.; BRISKE, D. D. Axillary bud banks of two semiarid perennial grasses: occurrence, longevity, and contribution to population persistence. **Oecologia**, Heidelberg, v.110, p.584-591,1997.

HESS, S. C. et al. Evaluation of seasonal changes in chemical composition and antibacterial activity of *Elyonurus muticus* (sprengel) O. Kuntze (Gramineae). **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000200025&lng=engggg&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200025&lng=engggg&nrm=iso)>. Acesso em: 19 de nov. 2007.

IBCT. Serviço Brasileiro de Respostas técnicas. **Compostagem com lodo de ETDI (Estação de Tratamento de Dejetos Industriais) de cervejaria, usando também resíduo de terra diatomácea**. Disponível em: <<http://sbtrv1.ibict.br/upload/sbrt3630.html?PHPSESSID=88b1b4d2cd3443f5ba7c6b29362aed16>>.Aceso em: 31 mar. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Confronto dos resultados dos dados estruturais dos Censos Agropecuários Rio Grande do Sul - 1970/2006**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/tabela1\\_3\\_23.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/tabela1_3_23.pdf)>. Acesso em 31 de março de 2008.

IBRAHIM, D. Antimicrobial activity of the essential oil of local serai, *Cymbopogon citratus*. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Japan, v.3, n.1/2, p.87-90, 1992.

IRGANG, B. Flora nativa ornamental do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, Porto Alegre, 1986. **Anais...** Porto Alegre, 1988. p. 65-67.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. (Coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2005. 254 p.

KLOUGART, A. Substrates and nutrient flow. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.150, p.297-313, 1983.

KOLB, N.; FERRERA, D.; KOLB, E.; SANCHEZ, F.; ESTERCHE, C. **Estúdio de las condiciones para la producción de aceite esencial de "espartillo"**. Universidad Nacional de Misiones. Disponível em: <[http://www.unam.edu.ar/index.php?option=com\\_content&task=view&id=241&Itemid=123](http://www.unam.edu.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=241&Itemid=123)>. Acesso em: 05 de abr. 2007.

KOLB, N.; FERRERA, D.; KOLB, E.; RODRIGUEZ, R.; KOLB, E. VIVERO, L. **Evaluación de la aptitud del espartillo para su explotación comercial**. Universidad Nacional de Misiones. Disponível em: <[http://www.unam.edu.ar/index.php?option=com\\_content&task=view&id=243&Itemid=123](http://www.unam.edu.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=243&Itemid=123)>. Acesso em: 05 de abr. 2007.

KOSHIMA, F. A T.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Produção de Biomassa, rendimento, de óleo essencial e citral em Capim-limão, (*Cymbopogon citratus*) (DC.) Stapf. com cobertura morta nas estações do ano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.4, p.112-116, 2006.

LANGENAU, E. E. The examination and analysis of essential oils, synthetics and isolates. In: **The essential oils**. Princeton, NJ: Van Nostrand, 1948. v.1 p.317-319.

LANGER, R. H. M. **How grasses grow**. 2.ed. London: Edward Arnold, 1979. 66p.

LONGHI-WAGNER, H. M. Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Poaceae. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54., 2003, Belém. **Resumos...** Belém: Sociedade Botânica do Brasil, 2003. p.117-120.

LONGHI-WAGNER, H. M. et al.(Eds.) **Poaceae. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo : [s.n.], 2001. 400p.

MACHADO, L. A. Z. **Manejo de pastagem nativa**. Guaíba: Agropecuária, 1999.156p.

MAE, T. Physiological nitrogen efficiency in rice: Nitrogen utilization, photosynthesis, and yield potential. **Plant and Soil**, Netherlands, n.196, p.201-210, 1997.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed by sheep. 2) Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, England, v.49, p.352-359, 1994.

MEVY, J. P.; BESSIERE, J-M.; DHERBOMEZ, M.; VIANO, J. Composition and some biological activities of the essential oils from na African pasture grass: *Elionurus elegans* Kunth. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Columbia, v.50, n.15, p.4240-4243, 2002.

MITCHELL, K. J. Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (*Lolium* spp.). 2. The control of lateral bud development. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.6, p.425-443, 1953.

MORAIS, S. M. et al. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de Cróton do Nordeste do Brasil. **Química nova**, Rio de Janeiro, v.29, p.907-910, 2006.

MOREIRA, C. S.; PIRES, C. A.; CASTRO, O. C.; LIMBERGER, R. P.; HENRIQUES, A. T. Acompanhamento ontogênico qualitativo e quantitativo do óleo essencial de Capim-limão (*Elyonurus* spp.) In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FARMACOGNOSIA, 3., 2001, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001. p.QN-33.

NASCIMENTO, I. B. do; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; MATTOS, S. H.; NAGAO, E. O. Efeito do horário de corte no óleo essencial de capim-santo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.34, n.2, p.169-172, 2003.

PENNINGSFELD, F. Substrates for protected cropping. Protected crops in peat and other media. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.82, p.13-22, 1978.

PILLAR, V. D.; BOLDRINI, I. I. Lindman e a ecologia da vegetação campestre do Rio Grande do Sul. **Boletim do Instituto de Biociências**, Porto Alegre, n. 56, 1996.

PRANCE, G. T. Floristic inventory of the tropics: where do we stand? **Annals of the Missouri Botanical Garden**. Saint Louis, v.64, p.659-685, 1977.

RAJAN, K. C.; SADANANDAN, N.; NAIR, E. V. G. Effect of graded levels of nitrogen on the yield and quality of lemongrass oil. **Agriculture Research Journal Kerala**, Kerala, v.22, p.37-42,1984.

RAO, B. R. R. Biomass and essential oil yields of rainfed palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats. var. *motia* Burk.) supplied with different levels of organic manure and fertilizer nitrogen in semi-arid tropical climate. **Industrial Crops and Products**, Oxford, v.14, p.171–178, 2001.

RENVOIZE, S. A. Studies in *Elionurus* (Gramineae). **Kew Bulletin**, Richmond, v.32, n.3, 1978.

ROBSON, M. J.; RYLE, G. J. A.; WOLEDGE, J. The grass plant- its form and function. In: JONES, M.B.; LANZEBY, A. (Ed.) **The grass crop: the psysiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988. p.25-83.

ROSENGURTT, B.; ARRILLAGA DE MAFFEI, B.; IZAGUIRRE DE ARTUCIO, P. **Gramíneas uruguayas**. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Universidad de la Republica, 1970. 489p.

SANGWAN, A. H. A.; FAROOQI, F.; SANGWAN R. S. Regulation of essential oil production in plants. **Plant growth regulation**, Netherlands, v.34, p.3-31, 2001.

SANTOS, A. de D. **Efeitos dos manejos orgânico e convencional sobre biomassa e óleo essencial de Capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf)**. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 71f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS, R. J. dos. **Dinâmica de crescimento e produção de cinco gramíneas nativas do sul do Brasil**. 2005. 110f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua**. Piracicaba : ESALQ, 2004. 167f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SCRAMIN, S.; SAITO, M. L. Essential oil of *Elionurus muticus* (Sprengel) o. kuntze (Gramineae). **Journal of Essential Oil Research**, New York, v.12, p.298-300, 2000.

SIFOLA, M. I.; BARBIERI, G. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. **Scientia Horticulturae**, The Netherlands, v.108, n.4, p. 408-413, 2006.

SILOU, T.; LOUBAKI, L.; FIGUÉRÉDO, G.; CHALCHAT, J. C. Study of Essential Oil Composition of *Elyonurus hensii* Schum from Congo". **Journal of Essential Oil Research**. Disponível em: <[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa4091/is\\_200609/ai\\_n17197164](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa4091/is_200609/ai_n17197164)>. Acesso em: 19 de nov. 2007.

SILVA, P. de A.; BLANK, A.F.; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; BARRETO, M. C. V. Efeitos da adubação orgânica e mineral na produção de biomassa e óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.34, n.1, 2003:x-y.

SILVA, S. R.; BUITRON, X; OLIVEIRA, L. H.; MARTINS, M. V. M. **Plantas Medicinales de Brazil: Aspectos Generales Sobre Legislación y Comercio**. 2001. 44p. Disponível em: <<http://www.traffic.org/content/439.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. 2007.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre : Ed da UFRGS ; Florianópolis: Ed. UFSC, 2004. p.387-416.

SINGH, M. Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water use of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) on alfisols. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.132, p.201-206, 1999.

SINGH, M. ; SHARMA, S. Influence of irrigation and nitrogen on herbage and oil yield of palmarosa (*Cymbopogon martinii* ) under semi-arid tropical conditions. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.14, p.157–159, 2001.

SPOMER, L. A. Two classrom exercises demonstrating the pattern of container soil water distribution. **Hort Science**, Alexandria, v.9, n.2, p.152-153, 1974.

TAIZ, L.; ZAIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.95-105.

TEDESCO, J. M.; BIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. Porto Alegre: Dep. de Solos da UFRGS, 1995.174p.

TUCKER, A. O.; FAIRBROTHERS, D. E. The origin of *Mentha x gracilis* (Lamiaceae). I. Chromosome Numbers, Fertility, and Three Morphological Characters. *Economic Botany*, **New York**, v.44, n.2, p.183-213, 1990.

VASEY, G. Special Uses and Properties of Some Mexican Grasses. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, Lawrence, v. 14, n. 5, p. 98-100, 1887.

VOISIN, A. **Dinâmica das pastagens**: deveremos lavrar nossas pastagens para melhorá-las? São Paulo: Mestre Jou, 1980. 407p.

WALLER, P. L.; WILSON, G. C. S. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.150, p.51-58, 1984.

WATERS, W. E.; LLEWELLYN, W.; NESMITH, J. The chemical, physical and salinity characteristics of twenty seven soil media. **Proceedings of Florida State Horticulture Society**, Florida, v.83, p.482-488, 1970.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The grass genera of the world**. Cambridge: C.A.B. International, 2006. p.365-367.