

Teor e rendimento de óleo essencial no peso fresco de arnica, em função de calagem e adubação¹

Antônio C. Oliveira Júnior; Valdemar Faquin; José Eduardo B.P. Pinto; Rodrigo R. Lima Sobrinho; Suzan K.V. Bertolucci

UFLA, C. Postal 3037, 37200-000 Lavras-MG; E-mail: antoniocoliveirajr@yahoo.com.br

RESUMO

Avaliou-se a produção do peso fresco da parte aérea de arnica e a concentração e rendimento de óleo essencial em arnica, em função da calagem e das adubações orgânica e mineral. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em um Cambissolo álico. Os tratamentos foram constituídos pelo uso ou não de calagem (V=50%), três tipos de adubação (mineral, orgânica e mista, 50% de cada) e um tratamento adicional usando um Neossolo Litólico, proveniente de uma região endêmica da arnica. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 2x3+1, no delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram utilizadas seis repetições por tratamento, sendo uma planta por vaso com 2,6 L de solo. Após 150 dias de cultivo, determinaram-se a produção do peso fresco da parte aérea (PFFA), a concentração e o rendimento de óleo essencial no PFFA. A produção de PFFA decresceu na seguinte ordem: tratamento mineral > misto > orgânico, sendo influenciado pela calagem somente neste último. As maiores concentrações de óleo essencial foram encontradas nos tratamentos orgânicos, com e sem calagem, e misto sem calagem. O tratamento orgânico sem calagem apresentou o menor rendimento de óleo essencial, enquanto os maiores foram obtidos nos tratamentos mineral e misto sem calagem. Dentre todos os tratamentos, recomenda-se a adubação mista sem calagem, pois aliou alta concentração e alto rendimento de óleo essencial, igualando-se ao controle, ou seja, o mais próximo das condições naturais da arnica.

Palavras-chave: *Lychnophora pimaster*, nutrição mineral, nutrição orgânica, planta medicinal.

ABSTRACT

Content and yield of essential oil in arnica fresh weight, influenced by liming and fertilization

We evaluated the production aboveground fresh weight of arnica and essential oil content and yield in arnica, influenced by liming, mineral nutrition, and organic fertilization. The experiment was carried out in a greenhouse, using allie Cambisol. Three soil fertilization treatments (mineral, organic, and half mineral and half organic) were employed, with or without liming, and an additional treatment, with Litholic Neosol, coming from an area where arnica is endemic. These treatments were arranged in a 2x3+1 factorial scheme, in completely randomized design, with six replications, and one plant per pot (2.6 L of soil). After 150 days of cultivation the aboveground fresh weight (AFW) production, the content and yield of essential oil in AFW, were measured. The AFW decreased in this order: mineral > mixed > organic treatments, being only the last treatment influenced by liming. Higher essential oil contents were observed in organic treatments with and without liming, and mixed treatment without liming. The organic treatments presented smaller essential oil yields, while higher oil yields were measured in mineral and mixed treatments, without liming. Among all treatments, the best results were observed in the treatment using both organic and mineral fertilization without liming.

Keywords: *Lychnophora pimaster*, mineral nutrition, organic nutrition, medicinal plant.

(Recebido para publicação em 11 de maio de 2004 e aceito em 13 abril de 2005)

O gênero *Lychnophora* é abundante nos campos rupestres do Brasil, apresentando dezenas de espécies conhecidas popularmente como arnica, todas com microendemismo bastante pronunciado (SEMIR, 1991). Dentre todas as espécies medicinais desse gênero, a *Lychnophora ericoides* é a mais utilizada (BORSATO et al., 2000), devido às suas propriedades antiinflamatórias e anestésicas (CERQUEIRA et al., 1987). Essa planta, ao lado das demais espécies endêmicas dos campos rupestres, compõe uma flora muito especializada, de distribuição geográfica bastante restrita (OLIVEIRA-FILHO; FLUMINHAN-FILHO, 1999).

Devido ao seu amplo uso na medicina popular, a arnica, junto às outras espécies do gênero, sofre grande pressão de extrativismo. Por isso, atualmente, encontra-se na categoria de plantas vulneráveis à extinção (SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, 1992). Com o intuito de reverter essa situação, ou seja, assegurar sua sobrevivência definitiva, muitos esforços vêm sendo despendidos. Silva (1994) estudou os aspectos fenológicos e reprodutivos de arnica, enquanto os fitoquímicos foram abordados por Pinheiro (2002). Souza (2003) definiu um protocolo de propagação *in vitro* para essa espécie, sugerindo, inclusive, que formas de cultivo fossem pesquisadas. Segundo o mesmo autor, o

cultivo em nível comercial poderia proporcionar diversificação de renda a pequenos produtores, além da produção de uma planta medicinal de qualidade.

O termo qualidade para uma planta medicinal transcende os limites da aparência e abundância da massa vegetal obtida. É preciso ir além, focando este conceito com base na concentração dos princípios ativos presentes na massa vegetal. Isso porque a síntese desses princípios ativos pode ser alterada conforme as técnicas de cultivo (MADUEÑO-BOX, 1973). Dentre as práticas agronômicas de manejo da fertilidade do solo, a calagem e a adubação destacam-se como as mais tradicionais. Atualmente, além da adubação

¹Parte da dissertação do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Lavras, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

mineral, preconiza-se o uso da adubação orgânica, não apenas como parte essencial dos chamados cultivos orgânicos, mas pelos inúmeros benefícios decorrentes da aplicação de resíduos orgânicos ao solo.

O efeito da aplicação de adubos orgânicos sobre a produção de plantas medicinais é amplamente discutido na literatura (PRAKASA RAO et al., 1989; CORRÊA JÚNIOR, 1994 e CHAVES et al., 2002), sendo que, praticamente, todos os autores têm sido unânimes quanto aos benefícios do seu emprego. Com relação à adubação mineral, essa situação não é diferente, principalmente para os macronutrientes N, P e K (YADAV et al., 1984; SINGH et al., 1992; RODRIGUES et al., 2004). Contudo, para as espécies medicinais nativas do Cerrado, poucas informações têm sido encontradas na literatura. O estudo do comportamento da arnica (*L. pinaster*) em condições de cultivo forneceria subsídios para um manejo racional dos recursos naturais, visando minimizar o problema de extrativismo.

Corrêa Júnior (1994) cita que, como quantidades crescentes de plantas medicinais são requeridas pelo mercado, há necessidade de complementação da adubação orgânica, via fertilizantes minerais, para se obter uma melhor concentração de princípios ativos. Relatos da influência de adubações mistas sobre plantas medicinais podem ser encontrados em Corrêa Júnior (1994), Tiwari et al. (1995) e Silva et al. (2001).

Várias plantas medicinais, quando submetidas à calagem, apresentaram respostas positivas. Para a maioria delas há relatos dos efeitos benéficos do calcário, como, por exemplo, sobre o crescimento de *Cymbopogon martini* (CHOUDHURY; BORDOLOI, 1993) e *Cordia verbenacea* L. (ARRIGONI-BLANK et al., 1999). Becker et al. (2000) demonstraram a importância da calagem para a produção de alcalóides em quebra-pedra (*Phyllanthus niruri* L.).

Por outro lado, baixas concentrações de Al podem ter efeitos benéficos sobre o crescimento de plantas, notadamente as tolerantes a esse elemento (MARSCHNER, 1995). Pegtel (1987) observou que concentrações de 2,5 a 10 mg L⁻¹ de Al iônico, em solução nutritiva,

estimularam o crescimento de *Arnica montana* e que a adição de Ca e Mg não afetou a magnitude da toxidez por Al em concentrações maiores que 10 mg L⁻¹ de Al.

Goodland e Ferri (1979) afirmam que, de modo geral, as espécies nativas do Cerrado são tolerantes à toxidez por Al, uma vez que, nos solos desse ambiente, a disponibilidade média desse elemento é de 75 mg kg⁻¹. Esses autores afirmam ainda que o xeromorfismo observado nessas áreas estaria mais ligado à saturação por Al e suas consequências nutricionais, que à própria escassez de água. Dessa forma, o xeromorfismo evoluiria do cerrado para os campos, onde a vegetação se torna mais esparsa e adaptada ao déficit hídrico.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito das aplicações de calcário e adubações mineral e orgânica sobre a concentração e rendimento de óleo essencial em mudas de arnica, além do peso fresco de parte aérea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UFLA, com amostras coletadas na camada de 0-20 cm de um Cambissolo álico. Após o peneiramento, em malha de 4 mm, foram tomadas subamostras para caracterizações físicas e químicas, conforme Embrapa (1997) (Tabela 1).

Os tratamentos foram constituídos pelo uso ou não de calagem (V=50%), três tipos de adubação [mineral, orgânica e mista (50% de cada um dos tipos anteriores)] e um tratamento adicional como controle. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2x3+1, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições.

Utilizou-se calcário dolomítico calcinado, micropulverizado, com 35% de CaO, 14% de MgO e PRNT=100%. A adubação mineral integral constituiu-se de N=150; P=200; K=150; S=40; B=0,5; Cu=0,8 e, Zn=3,00 (mg dm⁻³). As doses de N e K foram parceladas em três vezes (plantio, 30 e 60 dias). Como adubo orgânico foi utilizado o esterco de curral curtido, seco a 65°C, moído e

passado em peneira de 1 mm², aplicando-se dose equivalente a 32 t ha⁻¹ (10% do volume do vaso). Os tratamentos com adubação mista receberam metade das doses dos tratamentos individuais. Após a aplicação dos tratamentos, o solo foi incubado por um período de 40 dias, com umidade de 50% do volume total de poros (VTP).

O grupo controle foi instalado usando amostras da camada de 0-20 cm de profundidade de um Neossolo Litólico, coletado em Lavras, na Serra da Bocaina (área endêmica da arnica), com o intuito de simular as condições naturais. Esse material também foi peneirado, incubado pelo mesmo período, porém sem aplicação de qualquer tratamento de melhoria da fertilidade. Sua composição física e química está apresentada na Tabela 1.

Após a incubação, o material dos solos foi colocado em vasos plásticos de 3 L, retirando-se uma amostra para análises químicas (Tabela 1). Os tratamentos que receberam somente adubação mineral e aquele pertencente ao grupo controle tiveram vasos preenchidos com 2,6 L de solo. Os demais vasos foram preenchidos com 2,86 L (2,6 L de solo + 10% de esterco) para adubação orgânica e 2,73 L (2,6 L + 5%) para adubação mista.

As mudas de arnica foram produzidas em laboratório da UFLA, utilizando segmentos nodais, obtidos por meio de germinação de embriões *in vitro*, com indução de multiplicação em meio de cultura, conforme descrito em Souza et al. (2003). Ao saírem da câmara de crescimento, foram aclimatadas durante 30 dias, em casa de vegetação, em potes plásticos preenchidos com um Neossolo Litólico, como descrito em Souza (2003). Após a aclimação uma única muda foi transplantada, com torrão, para os vasos contendo os tratamentos, onde foram cultivadas por 150 dias. A umidade no solo foi mantida em 50% do VTP, por meio de irrigações periódicas com água deionizada.

A colheita foi realizada pela manhã, quando as plantas possuem mais óleo essencial, conforme sugerido por Simões e Spitzer (2003). Determinou-se o peso fresco da parte aérea (PFPA), exceto da parte lignificada do caule de

cada planta. Em seguida, todo PFFA de cada tratamento foi utilizado para extração do óleo essencial, por hidrodestilação por 1,5 hora, em aparelho de Clevenger modificado, conforme detalhado em Rodrigues et al. (2004). As características avaliadas para produção de óleo essencial foram a concentração e o rendimento no PFFA. A concentração de óleo foi obtida diretamente como percentagem da PFFA. Já o rendimento de óleo foi calculado através da concentração multiplicada pelo valor de PFFA.

Todas as características estudadas foram submetidas à análise de variância e os tratamentos comparados pelo teste de Scott-Knott (5% de significância). Para comparação dos efeitos do tratamento adicional (controle), foram efetuados contrastes de médias envolvendo este tratamento *versus* todos os outros, individualmente, com a significância testada pelo teste de Scheffé (1 e 5%). Adicionalmente, foram aplicadas análises de correlações lineares entre as características de produção de óleo essencial e as características de fertilidade dos solos (Tabela 1) e elementos no tecido vegetal, encontrados em Oliveira Júnior (2004). A significância dos valores de correlação linear foi comparada pelo teste de t_{student} (1 e 5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O PFFA, a concentração e o rendimento de óleo essencial foram influenciados pela interação entre calagem e adubação. Não houve diferença entre o controle e os demais tratamentos para o PFFA. Provavelmente, o efeito da adubação no PFFA (Tabela 2) tenha sido devido a uma pronta disponibilidade de nutrientes, fornecidos via adubos minerais. Para os tratamentos orgânicos, a aplicação de calcário promoveu maior PFFA, provavelmente devido à elevação do pH (Tabela 1) e conseqüente aumento na atividade microbológica e mineralização do esterco. Pode ter sido disponibilizado mais S, uma vez que houve correlação ($r=0,89^{**}$) entre o teor deste nutriente no solo com o PFFA. O teor de S no solo do tratamento orgânico com calagem foi cerca de 16% maior

Tabela 1. Composição química e física do Cambissolo álico na sua condição natural (CN) e após aplicação dos tratamentos (Min. = adubação mineral; Org. = adubação orgânica; Org/min = adubação mista) e do Neossolo Litólico (NL). Lavras, UFLA, 2004.

Atributo	CN	Tratamentos						NL
		Com Calagem			Sem Calagem			
		Adubação			Adubação			
Min.	Org.	Org/min	Min.	Org.	Org/min			
pH	5,3	5,7	6,2	5,9	5,3	5,5	5,3	4,7
P ¹	1,2	22,2	1,3	17,4	67,9	1,2	17,5	7,1
K ¹	17,0	56,0	100,0	74,0	55,0	112,0	82,0	41,0
Ca ²	0,4	1,4	1,5	1,3	0,6	1,0	0,8	0,6
Mg ²	0,2	0,9	1,3	1,0	0,2	0,9	0,4	0,2
S ¹	3,7	36,1	5,1	16,0	30,7	4,4	13,2	5,9
SB ²	0,6	2,4	3,0	2,5	0,9	2,2	1,3	0,9
Zn ¹	1,5	6,4	2,1	3,3	7,0	2,3	3,6	3,0
Fe ¹	76,4	88,7	126,6	96,2	74,3	104,7	81,5	37,1
Mn ¹	2,7	2,9	6,0	4,6	3,3	6,9	4,7	7,4
Cu ¹	0,5	1,2	0,5	0,7	1,2	0,5	0,8	0,4
B ¹	0,1	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2
Al ²	0,7	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,4	0,9
V ³	16,7	53,5	66,4	58,9	23,4	50,3	33,3	18,0
m ³	52,0	4,0	3,3	4,0	36,3	9,5	22,5	50,8
H+Al ²	3,2	2,1	1,5	1,8	2,9	2,1	2,6	4,0
t ²	1,3	2,5	3,1	2,6	1,4	2,4	1,7	1,8
T ²	3,8	4,5	4,5	4,3	3,8	4,3	3,9	4,9
MO ³	1,6	1,3	1,9	1,6	1,5	2,0	1,8	3,6
P-rem ¹	32,0	34,0	33,4	32,7	32,5	31,4	30,9	34,6
Ca:Mg	2,0	1,6	1,2	1,3	3,0	1,1	2,0	3,0
Areia ³	56	-	-	-	-	-	-	57
Silte ³	19	-	-	-	-	-	-	35
Argila ³	25	-	-	-	-	-	-	8

Valores expressos em: ¹mg dm⁻³; ²cmol_c dm⁻³; ³%

que no seu homólogo sem calagem e mais próximo do controle (Tabela 1).

Os tratamentos de adubações mineral e mista com calagem e mineral sem calagem foram os que apresentaram menores concentrações de óleo (Tabela 2). Estes tratamentos, à exceção do tratamento sem calagem e adubação mista, foram aqueles que promoveram maiores valores de PFFA. Desse modo, atribui-se a menor concentração a um efeito de diluição do óleo no PFFA. Resultados semelhantes, quanto ao efeito de diluição de óleo essencial de *Mentha piperita*, são relatados por Rodrigues et al. (2004). Apesar dos tratamentos orgânico e misto na ausência de calagem terem concentrações iguais de óleo, o tratamento misto apresentou um PFFA maior (Tabela 2), ou seja, sua concentração de óleo não foi diluída por esse crescimento, igualando-se, por contraste de médias, ao tratamento controle.

O rendimento de óleo essencial é função de sua concentração no tecido e da produção de material vegetal. Como os tratamentos influenciaram significativamente o PFFA, os teores de óleo também foram influenciados, por efeito de diluição, em igual proporção, em praticamente todos os tratamentos (Tabela 2). Com isso, poucas diferenças no rendimento foram observadas entre os tratamentos de adubação, à exceção da adubação orgânica sem calagem, que foi inferior aos demais. Este tratamento, apesar de apresentar alta concentração de óleo, apresentou o mais baixo PFFA, fazendo com que seu rendimento de óleo apresentasse o menor valor. Os tratamentos com adubações mineral e mista sem calagem apresentaram rendimento igual, por contrastes de médias, ao controle. Isto se explica pelas concentrações de óleo encontradas, aliadas ao PFFA,

Tabela 2. Peso fresca da parte aérea, concentração e rendimento de óleo essencial em mudas de arnica, em função da calagem e adubação e no controle. Lavras, UFLA, 2004.

Adubação	Calagem	
	Com	Sem
	Peso fresca de parte aérea (g planta⁻¹)	
Mineral	25,77 a A	27,84 a A
Orgânica	9,94 c A	5,97 c B
Mista	20,42 b A	17,47 b A
Controle	18,57	
CV (%)	13,17	
	Concentração de óleo essencial (%)	
Mineral	0,02 b A	0,03 b A
Orgânica	0,04 a A	0,04 a A
Mista	0,02 b B	0,04 a A
Controle	0,05	
CV (%)	20,64	
	Rendimento de óleo essencial (mg planta⁻¹)	
Mineral	6,17 a B	8,65 a A
Orgânica	5,13 a A	3,30 b B
Mista	5,90 a B	9,40 a A
Controle	8,48	
CV (%)	22,04	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si (Scott-Knott, 5%).

sobretudo no tratamento misto sem calagem, que apresentou PFFA semelhante ao controle (Tabela 2). Isto está em consonância com Corrêa Júnior (1994), que afirma que a complementação da adubação orgânica com fertilizantes minerais é capaz de garantir uma melhor concentração de princípios ativos nas plantas.

Houve correlações inversas entre os teores e acúmulos de N ($r=-0,72^*$ e $r=-0,67^*$, respectivamente) e S ($r=-0,93^{**}$ e $r=-0,83^*$, respectivamente) e acúmulo de P ($r=-0,77^*$) no tecido vegetal com as concentrações de óleo, ou seja, quanto maior o teor destes nutrientes na parte aérea, menores as concentrações de óleo essencial. Isto está de acordo com Rodrigues e Carvalho (2001) que afirmam que estresses nutricionais podem induzir as plantas à maior produção de óleo essencial.

Pelos resultados obtidos, deduz-se que a quantidade de óleo essencial produzida na parte aérea da arnica é influenciada negativamente pela calagem, pois esta característica se correlacionou positivamente com os índices de acidez dos solos (Al, $r=0,70^*$; m%, $r=0,73^*$ e; H+Al, $r=0,70^*$). Goodland e Ferri (1979) relatam que o xeromorfismo é

função da saturação por Al dos solos e Santos (2003) afirma que uma das funções ecológicas dos óleos essenciais é a proteção da planta contra perda d'água. Aliando estas afirmações, pode-se explicar o fato de o rendimento de óleo se correlacionar positivamente com o Al do solo (troçável, m% e H+Al). Corroborando com isso apresenta-se a correlação positiva ($r=0,73^*$) do rendimento de óleo com o Al acumulado na parte aérea. Provavelmente, a complexação do Al pela matéria orgânica adicionada na forma de esterco de curral (ANDRADE et al., 2002), aos tratamentos exclusivamente orgânicos, possa explicar o porquê de, na ausência de calcário, o rendimento de óleo essencial ter sido menor.

Durante a biossíntese de compostos presentes nos óleos essenciais há o consumo de moléculas de pirofosfato inorgânico (PPi) (SANTOS, 2003). Segundo Marschner (1995), a presença de Mg é essencial para a formação do substrato (Mg-PPi) que é hidrolisado durante o processo de bombeamento de H⁺, do citoplasma para o vacúolo das células. Provavelmente, quanto maior a presença de Mg na célula maior será a quantidade de Mg-PPi formada, preju-

dicando a produção de óleo essencial. Assim, explica-se a relação inversa entre os teores de Mg no solo ($r=-0,82^*$) e na planta ($r=-0,80^*$) com o rendimento de óleo essencial. Da mesma forma, explica-se o porquê das correlações positivas entre o Al do solo e o rendimento de óleo essencial, pois a presença de Al pode inibir, por competição, a absorção de Mg pelas plantas (MARSCHNER, 1995).

Uma maneira de minorar os efeitos do Mg sobre a produção de óleo essencial de arnica seria a manutenção de uma relação entre Ca e Mg mais alta no solo. As correlações entre o rendimento de óleo e os valores da relação Ca:Mg no solo ($r=0,83^*$) sugerem uma relação direta entre esses fatores. Assim, verificou-se que foram nas relações Ca:Mg da ordem de 2:1 a 3:1 que houve os maiores rendimentos de óleo, inclusive no tratamento controle.

Analisando de forma generalizada os resultados apresentados, pode-se inferir que a produção de óleo essencial da arnica foi dependente do uso de adubação e calagem. O PFFA decresceu na seguinte ordem: adubação mineral > mista > orgânica, sendo influenciado pela calagem somente nessa última. As maiores concentrações de óleo essencial foram encontradas nos tratamentos orgânicos, com e sem calagem, e misto sem calagem. O tratamento orgânico sem calagem apresentou menor rendimento de óleo essencial, enquanto os maiores foram obtidos nos tratamentos mineral e misto sem calagem. Dentre todos os tratamentos, recomenda-se a adubação mista sem calagem, pois aliou alta concentração e alto rendimento de óleo essencial, igualando-se ao controle, ou seja, o mais próximo das condições naturais da arnica.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, A.T.; FERNANDES, L.A.; FAQUIN, V. Organic residue, limestone, gypsum, and phosphorus adsorption by lowland soils. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.59, n.2, p.349-355, 2002.
- ARRIGONI-BLANK, M.F.; FAQUIN, V.; PINTO, J.E.B.P.; BLANK, A.F. LAMEIRA, O.A. Adubação química e calagem em erva-baleeira. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.17, n.3, p.211-215, 1999.

- BECKER, L.; FURTINI NETO, A.E.; PINTO, J.E.B.P.; CARDOSO, M.G.; SANTOS, C.D.; BARBOSA, J.M.; LAMEIRA, O.A.; SANTIAGO, E.J.A. Crescimento e produção de alcalóides totais de quebra-pedra em função da calagem e da adubação nitrogenada. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, n.2, p.100-104, 2000.
- BORSATO, M.L.C.; GRAEL, C.F.F.; SOUZA, G.E.P.; LOPES, N.P. Analgesic activity of the lignans from *Lychnophora ericoides*. *Phytochemistry*, Oxford, v.55, n.7, p.809-813, 2000.
- CERQUEIRA, M.B.S.; SOUZA, J.T., JÚNIOR, R.A.; PEIXOTO, A.B.F. Ação analgésica do extrato bruto aquoso liofilizado do caule e folhas de *Lychnophora ericoides* Mart. *Ciência e Cultura*, v.39, n.5/6, p.551-553, 1987.
- CHAVES, F.M.C.; MING, L.C.; CARVALHO, E.A.V.; FERNANDES, D.M.; MARQUES, M.O.M.; MEIRELES, M.A.M. Produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e teor de eugenol em alfavaca cravo, em função de adubação orgânica e sazonalidade. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.2, p.360, 2002. Suplemento 2.
- CHOUDHURY, S.N.; BORDOLOI, D.N. Influence of liming on nutrient uptake and yield of palmarosa (*Cymbopogon martini* var. *motia*). *Indian Journal of Agronomy*, Nova Delhi, v.38, n.4, p.618-621, 1993.
- CORRÊA JÚNIOR, C. *Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila [Chamomilla recutita (L.) Raucschert] e do seu óleo essencial*. 1994. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1997. 212 p.
- GOODLAND, R.J.A.; FERRI, M.G. *Ecologia do cerrado*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. 193 p. (Reconquista do Brasil, v.52).
- MADUEÑO BOX, M. *Cultivo de plantas medicinales*. Madri: Labor, 1973. 490 p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. Londres: Academic Press, 1995. 889 p.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A.C. *Calagem e adubações orgânica e mineral no crescimento de mudas e no teor e rendimento de óleo essencial da arnica [Lychnophora pinaster (Mart.)]*. 2004. 55 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. *Cerne*, Lavras, v.5, n.2, p.51-64, 1999.
- PEGTEL, D.M. Effect of ionic Al in culture solutions on the growth of *Arnica montana* L. and *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. *Plant and Soil*, v.102, p.85-92, 1987.
- PINHEIRO, R.C. *Abordagem fitoquímica e rendimento do óleo essencial de Lychnophora pinaster Mart. utilizando dois métodos de secagem*. 2002. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobiotecnologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PRAKASA RAO, E.V.S.; SINGH, M.; GANESHA RAO, A.R.S.; NARAYANA, M.R. Response of palmarosa (*Cymbopogon martini* (Roxb) Wats. var. *motia*) to farmyard manure and nitrogen. *Indian Journal of Agronomy*, Nova Delhi, v.34, n.3, p.376-378, 1989.
- RODRIGUES, C.R.; FAQUIN, V. TREVISAN, D.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; RODRIGUES, T.M. Nutrição mineral, crescimento e teor de óleo essencial da menta em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo e épocas de colheita. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.3, p. 573-578, 2004.
- RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. *Plantas medicinais no domínio dos cerrados*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 180 p.
- SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: Ed. UFSC, 2003. p.403-434.
- SEMIR, J. *Revisão taxonômica de Lychnophora Mart. (Veroniaceae: Compositae)*. 1991. 515 f. Dissertação (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- SILVA, F.G.; PINTO, J.E.B.P.; CARDOSO, M.G.; SALES, J.F.; MOL, D.J.S.; DIVINO, S.P.; GONÇALVES, L.D.; SHAN, A.Y.K.V.; BERTOLUCCI, S.K. Crescimento e rendimento do óleo essencial de carqueja amarga, no campo, em diferentes níveis de irradiância. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, 2001. Suplemento. CD-ROM.
- SILVA, S.M.P. *Aspectos da fenologia e da reprodução sexuada da arnica (Lychnophora pinaster Mart.) – Asteraceae*. 1994. 45 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5. ed. – Porto Alegre: Universidade/UFRGS; Florianópolis: Ed. UFSC, 2003. p.467-495.
- SINGH, R.S.; BHATTACHARYYA, T.K.; KAKTI, M.C.; BORDOLOI, D. N. Effect of nitrogen, phosphorus and potash on essential-oil production of palmarosa (*Cymbopogon martini* var. *motia*) under rainfed condition. *Indian Journal of Agronomy*, Nova Delhi, v.37, n.2, p.305-308, 1992.
- SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL. *Centuria plantarum brasiliensium extitio miniata*. Brasília, 1992. 167 p.
- SOUZA, A.V. *Propagação in vitro e aspectos anatômicos de arnica (Lychnophora pinaster Mart.)*. 2003. 127 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SOUZA, A.V.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; CORRÊA, R.M.; CASTRO, E.M. Germinação de embriões e multiplicação in vitro de *Lychnophora pinaster* Mart. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, p.1532-1538, 2003. Edição especial.
- TIWARI, K.P.; NAMDEO, K.N.; TOMAR, R.K.S.; RAGHU, J.S. Effect of macro and micro-nutrients in combination with organic manures on the production of sesame (*Sesamum indicum*). *Indian Journal of Agronomy*, Nova Delhi, v.40, n.1, p.137-138, 1995.
- YADAV, R.L.; ANWAR, R.M.; RAM, M. Fertilizer-nitrogen recovery and growth of Java citronella as influenced by row spacing and nitrogen. *Indian Journal Agronomy*, Nova Delhi, v.29, n.3, p.305-308, 1984.