

Teor e composição química do óleo essencial de alpínia em razão da adubação e da disponibilidade de água no solo¹

Maria Elvira de Rezende², Janie Mendes Jasmim³, Geisa Paulino Caprini⁴, Elias Fernandes de Sousa⁵, Jan Schripsema⁶, José Tarcísio Lima Thiébaud³

RESUMO

A influência de diferentes adubos e disponibilidade de água no solo foi avaliada em relação ao teor e à composição química de óleos essenciais em folhas de alpínia. O experimento foi realizado em blocos casualizados, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas corresponderam a dois limites de disponibilidade de água no solo [LDA1 - redução de 75% da capacidade total de retenção de água (CTA) - e LDA2 - redução de 50% da CTA], e as subparcelas, aos adubos: esterco bovino, cama-de-galinha, torta-de-filtro, químico e o controle não-adubado. A disponibilidade de água no solo, assim como a adubação, não influenciou no teor e na composição química de óleos essenciais aos 12 meses após o plantio. Os principais constituintes químicos (teores) dos óleos essenciais em folhas de alpínia foram: α -thujeno (6,11%), α -pineno (2,69%), sabineno (16,69%), β -pineno (4,64%), β -mirceno (1,76%), 1,8-cineol (19,41%) e 1-terpinen-4-ol (14,32%).

Palavras-chave: *Alpinia zerumbet*, Zingiberaceae, planta ornamental, nutrientes, planta medicinal.

ABSTRACT

Effect of fertilization and soil water availability on content and chemical composition of alpinia essential oil

This study evaluated the influence of different fertilizers and soil water availability on the content and chemical composition of essential oil from alpinia leaves. The experiment was arranged in a randomized block design in a split-plot scheme, with three replicates. The plots corresponded to two limits of soil water availability [LWD1 - reduction of 75% of the total water retention capacity (TWC) and LWD2 - reduction of 50% of TWC] and the subplots to the fertilizers cattle manure, poultry bed, filter cake, chemical and the non-fertilized control. Soil water availability and fertilization did not affect either essential oil content or chemical composition 12 months after planting. The main chemical constituents (contents) found in the essential oil of alpinia leaves were α thujene (6.11%), α -pinene (2.69%), sabinene (16.69%), β -pinene (4.64%), β -myrcene (1.76%), 1,8-cineole (19.41%) and 1-terpinen-4-ol (14.32%).

Key words: *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith, Zingiberaceae, ornamental plant, nutrients, medicinal plant.

Recebido para publicação em agosto de 2009 e aprovado em fevereiro de 2011

¹ Extraído da tese de Doutorado da primeira autora, apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Fontes financiadoras: UENF, FAPERJ e FENORTE/TECNORTE.

² Engenheira-Agrônoma, Doutora. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Parque Estação Biológica, Final da Avenida W5 Norte, Asa Norte, 70770-900, Brasília, Distrito Federal, Brasil. melvira@uenf.br

³ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Fitotecnia, Setor de Horticultura, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. janie@uenf.br

⁴ Bióloga, Mestre. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Engenharia Agrícola, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. melvira@uenf.br

⁵ Engenheiro Agrícola, Doutor. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Ciências Químicas, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. melvira@uenf.br

⁶ Farmacêutico, Doutor. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Ciências Químicas, Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. melvira@uenf.br

INTRODUÇÃO

A alpínia [*Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith] é uma monocotiledônea da família Zingiberaceae, mais conhecida no Brasil como colônia. A planta é aromática, herbácea, rizomatosa e perene, com ampla utilização para fins medicinais (Larsen *et al.*, 1999; Lorenzi & Souza, 2001; Lorenzi & Matos, 2002; Matos, 2002). É indicada principalmente no tratamento da hipertensão e da ansiedade (Matos, 2002); porém, outras propriedades lhe são mencionadas: diurética, estimulante do peristaltismo intestinal, emenagoga, antiulcerogênica, ação expectorante, usada em afecções respiratórias, intestinais e renais, amigdalite, faringite, rouquidão, reumatismo, nevralgia e dores lombares e musculares (Côrrea, 1974; Alice *et al.*, 1995; Panizza, 1997). Em virtude disso, a espécie tornou-se referência de várias pesquisas (Bezerra *et al.*, 2000; Chaves, 2001; Lahlou *et al.*, 2002).

O uso farmacológico dessa espécie é atribuído aos seus princípios ativos, dentre os quais se destacam o óleo essencial comumente extraído de folhas, os rizomas, as hastes e flores. Os componentes voláteis do óleo de *A. zerumbet* têm sido objeto de pesquisa de inúmeros estudos (Gottlieb *et al.*, 1981; De Pooter *et al.*, 1995; Zoghbi *et al.*, 1999; Lahlou *et al.*, 2003; Rezende *et al.*, 2003). Dentre os constituintes químicos majoritários do óleo essencial estão o terpinen-4-ol, o 1,8-cineol e o γ -terpineno (De Pooter *et al.*, 1995; Lahlou *et al.*, 2003). Rezende *et al.* (2003) também verificaram maiores teores desses compostos no óleo essencial extraído em folhas secas de *A. zerumbet*, sendo encontrados 20,4 a 22,7% de 1,8-cineol; 11,3 a 12,7% de γ -terpineno; 21,5 a 23,8% de 1-terpinen-4-ol; e entre 0,7 a 1,5% de α -terpinenol.

O terpinen-4-ol é considerado o principal constituinte químico do óleo essencial de *A. zerumbet* (Lahlou *et al.*, 2002). Usando a ressonância magnética nuclear (^{13}C -NMR) como técnica de identificação complementar na análise de óleo essencial de *A. zerumbet*, Alencar *et al.* (1997) identificaram p -cimeno (33,1%), 1,8-cineol (18,9%), (E)-terpinen-4-ol (18,8%) e sabineno (8,2%) como os constituintes em maior proporção.

As técnicas agrônômicas de cultivo das Zingiberaceae são pouco conhecidas. Normalmente, as mudas são obtidas pela divisão de touceiras em qualquer época do ano. Para a espécie *A. zerumbet*, recomenda-se o cultivo a pleno sol, em canteiros ricos em matéria orgânica e com irrigações periódicas (Lamas, 2001; Lorenzi & Souza, 2001; Lorenzi & Matos, 2002). Estudando os efeitos de diversos adubos orgânicos e inorgânicos em *A. zerumbet*, Rezende *et al.* (2006) constatou variações no crescimento das plantas e nos teores foliares de NPK. Todavia, nas condições de cultivo utilizadas as plantas sem adubação mostraram crescimento semelhante ao observado nas adu-

badas. De modo geral, as plantas de alpínia apresentaram-se visualmente saudáveis, com crescimento vigoroso e sem sinais de deficiências nutricionais, inclusive no tratamento controle.

Assim como na adubação, raras são as informações sobre o manejo de água no cultivo de Zingiberaceae, especialmente de *Alpinia*. Lamas (2001) recomenda que a irrigação seja realizada periodicamente durante o cultivo de *A. purpurata*, enquanto Criley (1989) menciona que a exigência de água para a espécie é superior a 25 mm por semana durante períodos de estresse hídrico. Avaliando os efeitos do manejo de irrigação em *A. zerumbet*, Rezende *et al.* (2006) não observaram diferenças no crescimento e nos teores foliares de NPK quando as plantas foram submetidas aos idênticos dois limites de disponibilidade de água no solo usados no presente estudo (LDA1 - redução de 75% da capacidade total de retenção de água (CTA) - e LDA2 - redução de 50% da CTA), no primeiro ano de cultivo.

O presente trabalho teve por objetivos avaliar a influência da adubação e da disponibilidade de água no solo sobre o teor e na composição química dos óleos essenciais em folhas de alpínia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em agosto de 2002, na estação experimental do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes (RJ), situado a 21° 45' 15" S e 41° 19' 28" W e 13 metros de altitude (Miranda *et al.*, 2005). A região, segundo Köppen, é classificada como tropical chuvosa, clima de bosque (*Am*), variando a temperatura média mensal entre 21,4 °C, no mês mais frio, e 27,7 °C, no mês mais quente. A precipitação média anual é de 1.023 mm, com chuvas concentradas nos meses de outubro a março (LEAG/UENF, 2002). Os dados meteorológicos, relativos ao período de condução do experimento, foram obtidos na estação meteorológica da Estação Experimental de Campos - PESAGRO, em Campos dos Goytacazes, RJ (Tabela 1).

O solo da área experimental, Neossolo Flúvico tb Eutrófico, apresentou as seguintes características químicas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente: pH (água 1:2,5) = 5,1 e 4,6; P = 21 e 12 mg kg⁻¹; K = 0,29 e 0,09 cmol_c kg⁻¹; Ca = 3,1 e 2,4 cmol_c kg⁻¹; Mg = 2,2 e 1,6 cmol_c kg⁻¹; Al = 0,8 e 1,7 cmol_c kg⁻¹; H + Al = 9,1 e 9,7 cmol_c kg⁻¹; Na = 0,11 e 0,14 cmol_c kg⁻¹; matéria orgânica = 31,2 e 25,9 g kg⁻¹; SB = 5,7 e 4,2 cmol_c kg⁻¹; CTC (T) = 14,8 e 13,9 cmol_c kg⁻¹; CTC (t) = 6,5 e 5,9 cmol_c kg⁻¹; m = 12 e 29%; e V = 39 e 30%. As características físicas nas camadas de solo de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente, são as

seguintes: capacidade de campo = 46,5 e 53,8%; ponto de murcha = 29,4 e 31,7%; e densidade do solo = 1,11 g e 1,12 g cm⁻³. Em relação à granulometria, na profundidade de 80-100 cm foram observadas as proporções de 5% de areia total, 38% de silte e 57% de argila. Antes do plantio o solo foi arado e gradeado e foi feita a incorporação de 1.500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico.

As mudas constituíram-se de rizomas com torrão, retiradas de touceiras provenientes de um único clone cultivado na área experimental da Unidade de Apoio à Pesquisa/CCTA/UENF. Os rizomas foram padronizados com três pseudocaules seccionados em bisel a 20 cm da base. Os torrões tinham, aproximadamente, 20 cm de diâmetro por 20 cm de comprimento e pesavam cerca de 4 kg. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas corresponderam a dois limites de umidade no solo para promover a reposição de água à cultura [limite de disponibilidade da água no solo 1 (LDA1) - redução de 75% da capacidade total de retenção de água (CTA) - e limite de disponibilidade da água no solo 2 (LDA2) - redução de 50% da CTA]. Cada tratamento (LDA) foi constituído por cinco linhas de 15 plantas (300 m²). As subparcelas foram representadas por cinco tipos de adubação (esterco bovino, cama-de-galinha, torta-de-filtro de cana-de-açúcar, adubo químico e sem adubação), contendo cinco linhas de três plantas (60 m²). O espaçamento usado foi de 2,0 x 2,0 m, sendo consideradas úteis as três plantas centrais de cada subparcela (12 m²).

A irrigação foi realizada por gotejamento, com vazão de aproximadamente 7,7 L h⁻¹ por gotejador. Foram distri-

buidos dois gotejadores por planta, espaçados a 50 cm entre si. Assim, a lâmina d'água aplicada por planta correspondeu a 4 mm h⁻¹. A irrigação foi realizada em razão da capacidade total de água no solo (CTA), a qual é dada pela equação: CTA = DTA * Z, em que DTA = (CC - PMP) / 10 * D_a, sendo DTA = disponibilidade de água no solo (mm cm⁻¹); CC = capacidade de campo do solo (% peso); PMP = ponto de murcha permanente (% peso); D_a = densidade aparente (g cm⁻³); e Z = profundidade da camada de solo (20 cm).

Verificado o pegamento das mudas, no terceiro mês após o plantio a irrigação foi diferenciada, sendo aplicados dois limites de umidade no solo, nos quais era feita a reposição de água à cultura. O balanço hídrico no solo foi estimado utilizando-se a equação: Def_i = Def_{i-1} - (I + P) + ET_i, em que Def_i = déficit no final do período i (mm); Def_(i-1) = déficit no final do período i-1 (mm); I = irrigação (mm); P = precipitação pluviométrica (mm); e ET_i = evapotranspiração da cultura (mm). A evapotranspiração da cultura (ET_i) é dada pela fórmula: ET_i = K_c ET₀, sendo ET₀ = evapotranspiração de referência e K_c = coeficiente cultural, adimensional. Assumindo-se K_c = 1, ET_i = ET₀, a ET₀ diária (mm d⁻¹) foi calculada utilizando-se o método de Hargreaves - Samani (Pereira *et al.*, 1997) - e estimada por ET₀ = 0,0023 Q₀ (T_{máx.} - T_{mín.})^{0,5} (T + 17,8), em que Q₀ é a radiação no topo da atmosfera (mm d⁻¹); T_{máx.} é a temperatura máxima; T_{mín.} é a temperatura mínima; e T é a temperatura média diária. O valor de Q₀ foi estimado para a região Norte Fluminense (Sousa *et al.*, 1996). O balanço hídrico nas parcelas, LDA1 e LDA2, é apresentado na Tabela 2.

Tabela 1. Médias mensais de temperaturas máxima (T_{máx.}), média (T) e mínima (T_{mín.}), umidade relativa do ar (UR), radiação solar (Rs), velocidade do vento (U₂), evapotranspiração (ET₀) e precipitação total (PP) observadas na estação meteorológica da Estação Experimental de Campos - PESAGRO, em Campos dos Goytacazes (RJ)

| Mês/ano | T _{máx.} | T | T _{mín.} | UR(mm) | Rs(watts m ⁻²) | U ₂ (m s ⁻¹) | ET ₀ (mm) | PP(mm) |
|---------|-------------------|------|-------------------|--------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------|
| Ago./02 | 28,5 | 20,3 | 17,8 | 76,0 | 190 | 2,2 | 3,92 | 19,80 |
| Set./02 | 25,1 | 20,6 | 17,0 | 77,7 | 171 | 2,4 | 3,41 | 146,50 |
| Out./02 | 30,3 | 24,0 | 19,7 | 74,3 | 258 | 2,8 | 5,50 | 27,30 |
| Nov./02 | 30,6 | 24,7 | 20,9 | 74,1 | 262 | 2,6 | 5,56 | 61,50 |
| Dez./02 | 31,1 | 25,5 | 22,0 | 78,7 | 242 | 2,0 | 5,03 | 114,80 |
| Jan./03 | 32,4 | 26,0 | 22,3 | 78,6 | 238 | 1,8 | 5,06 | 226,08 |
| Fev./03 | 33,7 | 26,9 | 21,8 | 71,9 | 296 | 2,0 | 6,15 | 15,50 |
| Mar./03 | 33,1 | 27,5 | 21,9 | 72,7 | 226 | 1,8 | 4,96 | 153,30 |
| Abr./03 | 30,6 | 24,4 | 20,3 | 75,7 | 191 | 1,5 | 3,80 | 82,10 |
| Mai./03 | 27,6 | 22,5 | 17,4 | 77,3 | 165 | 1,5 | 3,01 | 88,40 |
| Jun./03 | 28,9 | 21,7 | 16,9 | 77,6 | 164 | 1,4 | 2,98 | 0,40 |
| Jul./03 | 26,8 | 20,3 | 15,5 | 79,4 | 156 | 1,7 | 2,99 | 35,20 |
| Ago./03 | 25,4 | 19,9 | 15,7 | 77,1 | 181 | 1,9 | 3,30 | 50,30 |
| Set./03 | 27,2 | 22,8 | 18,5 | * | * | * | * | 39,30 |
| Out./03 | 28,7 | 24,0 | 19,4 | * | * | * | * | 66,90 |
| Nov./03 | 30,7 | 26,0 | 21,4 | * | * | * | * | 83,90 |

* Médias mensais não registradas de set./03 a nov./03 na estação meteorológica da Estação Experimental de Campos - PESAGRO, em Campos dos Goytacazes.

As adubações de cobertura foram realizadas em três épocas: no plantio, aos seis e aos nove meses após o plantio. Antes de cada adubação, amostras dos adubos orgânicos foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a 70 °C por 48 h e à trituração em moinho Wiley com peneira de 20 *mesh*. Em seguida, o material foi submetido à digestão sulfúrica (Malavolta *et al.*, 1997). O nitrogênio orgânico (N org) foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965). A determinação do fósforo (P) foi realizada pela redução do complexo fosfo-molibdico pela vitamina C (Braga & Defelipo, 1974). Os teores de N orgânico e P foram determinados por colorimetria de absorção atômica. A leitura de teores de potássio (K) foi realizada em fotômetro de chama. Na determinação de nitrato (NO₃⁻), utilizou-se o método colorimétrico do ácido salicílico (Cataldo *et al.*, 1975), após submeter as amostras ao banho-maria, a 45 °C, por uma hora (Malavolta *et al.*, 1997).

Diferentes adubos, orgânicos e minerais, foram empregados nas adubações das subparcelas do experimento. Na adubação orgânica utilizaram-se esterco bovino curtido, cama-de-galinha poedeira curtida e torta de filtro de usina de cana-de-açúcar, prontamente disponíveis na região. A cama-de-galinha poedeira, além de fezes, penas e ração, continha resíduos de madeira (maravalha).

Os teores de nitrogênio total (N total), fósforo (P) e potássio (K) das amostras dos adubos orgânicos foram usados nos cálculos de adubação, de modo a fornecer 75 kg ha⁻¹ de N, 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (32,75 kg ha⁻¹ de P) e 37,5 kg ha⁻¹ de K₂O (31,12 kg ha⁻¹ de K), em cada adubação (Tabela 3). O teor de P foi usado para o cálculo em virtude da variação dos teores dos nutrientes nos adubos, e quando houve necessidade estes eram enriquecidos com fosfato de Araxá. Para a adubação mineral foram utilizados os fertilizantes: ureia (46% de N solúvel em água), superfosfato simples (16% de P₂O₅ solúvel em água) e cloreto de potássio (60% K₂O solúvel em água).

Aos 12 meses após o plantio, folhas verdes de duas hastas vegetativas foram coletadas, entre 9 e 12 h, em cada planta da subparcela útil, acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para o laboratório, onde foram limpas, com papel-toalha seco, para remoção de poeira e fuligem. Em seguida, foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar à temperatura de 45 °C, onde permaneceram por oito dias. Nesse ponto, as folhas apresentavam-se bastante quebradiças ao serem manuseadas. As amostras secas foram trituradas manualmente e acondicionadas em sacos de papel pardo e mantidas em local seco até a extração do óleo essencial.

O método de extração do óleo essencial foi o de destilação a vapor (hidrodestilação), em extrator tipo Clevenger. O tempo de extração foi de aproximadamente 60 min, contados após o escoamento da primeira gota da condensação no tubo coletor graduado (bureta). As amostras de óleo essencial foram armazenadas em recipientes do tipo Eppendorf e mantidas em freezer até a determinação dos constituintes químicos delas. Nessa fase, determinou-se a concentração de óleo essencial (%) com base no peso do óleo essencial (g) extraído em 100 g de folhas secas.

A qualidade do óleo essencial foi analisada por meio dos principais componentes químicos, e seus respectivos teores determinados pelo método de cromatografia gasosa, no Laboratório de Química do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT), da UENF. Para tanto, utilizou-se o cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massa e o cromatógrafo a gás com detector de íons por chama.

No cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massa (CG-EM) foi utilizada a coluna DB1, cujo comprimento e diâmetro são 30 m e 0,25 mm, respectivamente. A temperatura inicial da coluna foi de 50 °C, atingindo 230 °C em uma razão de 15 °C por minuto e permanecendo por sete minutos a 230 °C. A temperatura do injetor foi de 200 °C e a da interface entre CG-EM, mantida em 230 °C. O fluxo foi de

Tabela 2. Balanço hídrico nas parcelas LDA1 e LDA2, em razão da precipitação (PP), lâmina de água aplicada (LA), frequência (Freq.) e turno de rega médio (TR)

| Mês | PP(mm) | LDA1 | | | LDA2 | | |
|-----------------------------|--------|---------|-------|-----------|---------|-------|-----------|
| | | LA (mm) | Freq. | TR (dias) | LA (mm) | Freq. | TR (dias) |
| Nov./02 | 61,5 | 64 | 1 | 30 | 44 | 2 | 15 |
| Dez./02 | 114,8 | 64 | 1 | 30 | | | |
| Jan./03 | 226,08 | | | | 44 | 1 | 30 |
| Fev./03 | 15,5 | 64 | 3 | 10 | 44 | 3 | 10 |
| Mar./03 | 153,3 | 64 | 1 | 30 | 44 | 2 | 15 |
| Abr./03 | 82,1 | | | | | | |
| Mai./03 | 88,4 | | | | | | |
| Jun./03 | 0,4 | 64 | 1 | 30 | 44 | 1 | 30 |
| Jul./03 | 35,2 | 64 | 1 | 30 | 44 | 1 | 30 |
| Ago./03 | 50,3 | | | | 44 | 2 | 15 |
| Total de água aplicada (mm) | | 512 | | | 528 | | |

Parcelas não irrigadas no mês correspondente.

Tabela 3. Teores de nitrogênio total (N total), fósforo (P) e potássio (K) em adubos orgânicos, em três épocas de aplicação

| Época de adubação | Adubo | N total ^{1/} | P | K |
|-------------------|-------|-----------------------|-------|-------|
| | | g kg ⁻¹ | | |
| Plantio | EB | 27,36 | 6,13 | 27,80 |
| | CG | 29,12 | 18,84 | 11,40 |
| | TF | 20,65 | 15,58 | 1,19 |
| 6 meses | EB | 39,06 | 7,82 | 21,90 |
| | CG | 69,76 | 19,29 | 11,35 |
| | TF | 32,26 | 17,51 | 1,50 |
| 9 meses | EB | 27,25 | 4,99 | 13,40 |
| | CG | 23,75 | 8,45 | 10,70 |
| | TF | 19,45 | 17,77 | 2,25 |

Adubo: EB = esterco bovino; CG = cama-de-galinha; e TF = torta de filtro.

^{1/} N total = N org + NO₃⁻.

1,5 mL min⁻¹. A pressão inicial foi 87,5 kPa, atingindo numa razão de 7 kPa min⁻¹ 171 kPa, na qual permaneceu por sete minutos. O *split ratio* do aparelho foi de 1:20.

No cromatógrafo a gás com detector de íons por chama a coluna utilizada também foi a DB 1, com as mesmas dimensões do CG/EM. A temperatura inicial da coluna foi 50 °C, atingindo 230 °C em uma razão de 15 °C por minuto e permanecendo por sete minutos a 230 °C. A temperatura do injetor foi de 200 °C. O fluxo foi de 1,5 mL min⁻¹ e o fluxo total, 33 mL min⁻¹. A pressão inicial foi 61 kPa numa razão de 4 kPa min⁻¹, chegando a 109 kPa, permanecendo nesta pressão por sete minutos. A velocidade linear foi de 41,7147 x 10 mm seg⁻¹. O *split ratio* do aparelho foi de 1:20.

Os dados observados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento ANOVA. As comparações de médias foram efetuadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas não apontaram diferenças entre os tratamentos de irrigação, tampouco entre os adubos utilizados na produção do óleo essencial e na maioria de seus componentes voláteis aos 12 meses após o plantio. Obteve-se um teor de aproximadamente 0,74% de óleo essencial em folhas secas de *A. zerumbet*. Esse resultado está de acordo com aqueles obtidos por Rezende *et al.* (2003), que verificaram variação nos teores do mesmo óleo entre 0,69 e 0,77%. Em outro estudo, De Pooter *et al.* (1995), avaliando o teor de óleo essencial na matéria fresca de diferentes órgãos da planta de *A. zerumbet*, obtiveram baixos teores extraídos por hidrodestilação em folhas, rizomas e hastes, que foram, respectivamente, de 0,12, 0,10 e 0,05%. Portanto, bem mais baixos que o observado na presente pesquisa. Entretanto, os autores não forneceram detalhes fitotécnicos sobre o cultivo, como adubação e manejo de irrigação.

Dentre os monoterpenos identificados nas amostras de óleo essencial de *A. zerumbet*, o sabineno, 1,8-cineol e 1-terpinen-4-ol foram os encontrados em maior concentração (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Zoghbi *et al.* (1999) e Rezende *et al.* (2003). Altos teores de 1,8-cineol (23,1%), 1-terpinen-4-ol (22,7%) e sabineno (14,5%) estão presentes em óleo essencial dessa espécie (Zoghbi *et al.*, 1999). Rezende *et al.* (2003) também verificaram altos teores de 1-terpinen-4-ol (21,53 a 23,80%) e 1,8-cineol (20,43 a 22,67%). Entretanto, para o sabineno os mesmos autores verificaram teores bem mais baixos (5,85 a 7,29%), embora ainda sendo constituinte majoritário.

Em outros estudos, os principais constituintes do óleo essencial de *A. speciosa* foram α -pineno, β -pineno, 1,8-cineol e p -cimeno, tendo os dois últimos compostos apresentado altos teores, 22,4 e 20,8%, respectivamente (Gottlieb *et al.*, 1981). Nos óleos essenciais extraídos de folhas secas ao ar, provenientes de duas espécies de Zingiberaceae cultivadas em Manaus, Belém e no Amazonas, Luz *et al.* (1985) observaram para *A. speciosa* que, além do cineol (14,87%), outros constituintes em maior concentração, como 4-terpineol (20,40%), p -cimeno (9,38%), γ -terpineno (9,48%) e sabineno (5,97), foram identificados. Entretanto, no óleo essencial de *Rengalmia floribunda* o β -pineno foi considerado o principal componente volátil.

Quanto ao fator disponibilidade de água no solo, apenas o teor do 1,8-cineol apresentou diferença, sendo maior na parcela LDA2 (Tabela 4). O cineol ou eucaliptol representa um dos principais compostos do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* Labill de grande interesse para as indústrias de perfumaria, alimentícia e farmacêutica (Almeida *et al.*, 2005). Ao contrário deste estudo, outras pesquisas têm demonstrado que quando determinada espécie é submetida ao estresse hídrico a concentração de seus princípios ativos tende a aumentar. Esse fato foi verificado por Dovrat e Goldschmidt (1978) em plantas de *Catharanthus roseus*, que em regime de solo seco apresentaram maior teor de ajmalicina nas raízes do que em condições de solo úmido. Por outro lado, em plantas de *Nicotiana glauca* o teor de alcaloides diminuiu com o turno de rega a cada 10 dias e aumentou com intervalos maiores entre irrigações de 30 ou 40 dias. No entanto, averiguou-se, no mesmo trabalho, que maior porcentagem de rutina ocorreu em intervalos mais curtos de irrigação (Saleh *et al.*, 1978).

O teor do β -pineno foi o único que variou de acordo com os adubos usados (Tabela 4), sendo menor em plantas adubadas com esterco bovino, enquanto nos demais tratamentos os teores de β -pineno foram semelhantes aos da testemunha, sem adubação, sugerindo que a adubação tem pouca influência no rendimento e na qualidade do óleo essencial de alpinia. Verificou-se que, no primeiro ano de produção, foram extraídos aproximadamente 7,40

Tabela 4. Teor de óleo essencial e seus principais constituintes químicos em folhas de alpínia, em razão da disponibilidade de água no solo (LDA) e da adubação (adubo) aos 12 meses após o plantio

| LDA | Óleo (%) | Principais constituintes químicos (%) | | | | | | |
|--------------|----------|---------------------------------------|------------------|----------|-----------------|------------------|------------|-----------------|
| | | α -thujeno | α -pineno | sabineno | β -pineno | β -mirceno | 1,8-cineol | 1-terpinen-4-ol |
| 1 | 0,74 a | 6,09 a | 2,73 a | 17,02 a | 4,66 a | 1,82 a | 19,31 b | 14,02 a |
| 2 | 0,73 a | 6,13 a | 2,66 a | 17,02 a | 4,62 a | 1,70 a | 19,51 a | 14,62 a |
| Adubo | | | | | | | | |
| CT | 0,75 a | 6,02 a | 2,82 a | 16,28 a | 4,73 ab | 1,93 a | 19,25 a | 14,16 a |
| CG | 0,75 a | 6,18 a | 2,51 a | 16,23 a | 4,80 a | 1,91 a | 19,24 a | 13,82 a |
| TF | 0,71 a | 6,20 a | 2,51 a | 16,93 a | 4,46 ab | 1,47 a | 19,60 a | 14,74 a |
| AQ | 0,72 a | 6,07 a | 2,81 a | 17,06 a | 4,94 a | 1,86 a | 19,41 a | 14,17 a |
| EB | 0,75 a | 6,07 a | 2,52 a | 16,96 a | 4,27 b | 1,62 a | 19,56 a | 14,72 a |
| Média | 0,74 | 6,11 | 2,69 | 16,69 | 4,64 | 1,76 | 19,41 | 14,32 |
| C.V.(%) | 5,39 | 6,92 | 8,81 | 9,87 | 6,28 | 17,17 | 1,89 | 6,45 |

Adubo: CT = controle, CG = cama-de-galinha, TF = torta-de-filtro, AQ = adubo químico e EB = esterco bovino.

Médias seguidas de mesmas letras na coluna, em razão da disponibilidade de água no solo ou do adubo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

g de óleo em 1.000 g de folhas secas, independentemente do manejo de água no solo e dos adubos utilizados.

Rezende *et al.* (2003), trabalhando com doses crescentes de nitrogênio (0, 10, 20 e 30 g de N/cova), não observaram diferenças sobre a composição do óleo de alpínia. Em *Datura stramonium*, as doses de N relativamente altas reduziram a concentração de alcaloides em plantas jovens; todavia, esse efeito foi revertido em plantas adultas (Demeyer e Dejaegere, 1997).

Os efeitos dos adubos orgânicos no rendimento e na qualidade dos óleos essenciais têm sido pesquisado (Singh *et al.*, 1988; Scheffer & Ronzelli Junior, 1993; Silva *et al.*, 2002). Porém, na recomendação da adubação orgânica para plantas medicinais, além do rendimento da biomassa deve-se também levar em conta o teor de seus princípios ativos (Ming, 1998). Em *Lippia alba*, a adubação com esterco bovino causou aumento da produção de biomassa; no entanto, ocasionou redução do teor de óleo à medida que aumentaram as doses do esterco. Essa correlação inversa entre o teor de óleo e biomassa, segundo Ming (1994), pode ser atribuída ao fato de que o óleo, produto resultante do metabolismo secundário, desempenha função de defesa na planta e de que em condições menos favoráveis pode ocorrer maior síntese de óleo, o que não foi constatado pelo autor.

A adubação orgânica com 1 kg m⁻² de esterco de ave trouxe aumento do teor de óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*); porém, não houve efeito sobre a composição do óleo essencial (Silva *et al.*, 2002). Em plantas de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), a adubação com diferentes doses de esterco curtido de poedeira (0, 4, 8 e 12 kg m⁻²) não mostrou diferenças sobre o rendimento do óleo e teor eugenol, mas na ausência do adubo orgânico constatou-se menor produção de folhas por planta (Chaves *et al.*, 2002).

Trabalhos relacionados ao manejo da cultura com ênfase no crescimento e florescimento de *A. zerumbet* têm obtido poucos resultados. Com a aplicação de doses crescentes de nitrogênio (0, 10, 20 e 30 g de N/cova) adicionadas de 30 g/cova de P₂O₅ (13,10 g/cova de P) e 15 g/cova de K₂O (12,45 g/cova de K), Jasmim *et al.* (2001) observaram apenas aumento linear na altura da haste maior, não sendo constatado efeito da adubação nitrogenada para número de perfilhos e de folhas por planta aos seis meses após o plantio.

Rezende *et al.* (2006) comprovaram que tanto o manejo hídrico como os adubos orgânicos e químicos tiveram pouco efeito sobre o crescimento e os teores foliares de NPK em alpínia e que praticamente não houve resposta desses fatores sobre as características de florescimento avaliadas no primeiro ano de cultivo. Esses resultados podem ser atribuídos à rusticidade da espécie, que nas condições de cultivo utilizadas apresentou crescimento bastante homogêneo e vigoroso, sem sintomas visuais de deficiência nutricional, mesmo no tratamento controle, não adubado.

CONCLUSÕES

Os limites de reposição de água no solo não influenciaram a produção de óleo essencial de alpínia nem na maioria de seus constituintes químicos. A adubação também tem pouca influência no rendimento e na qualidade desse óleo essencial. No primeiro ano de produção, são extraídos, aproximadamente, 7,40 g de óleo em 1.000 g de folhas secas, independentemente do manejo de irrigação e dos adubos utilizados. Os principais constituintes químicos presentes em óleos essenciais de alpínia são: α -thujeno (6,11%), α -pineno (2,69%), sabineno (16,69%), β -pineno (4,64%), β -mirceno (1,76%), 1,8-cineol (19,41%) e 1-terpinen-4-ol (14,32%).

AGRADECIMENTOS

À UENF, pela concessão da bolsa de estudos, e à FAPERJ, pelo financiamento do projeto. À FENORTE/TECNORTE, pela concessão de bolsa de Apoio Técnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar JW, Silva MG de V, Machado MIL, Craveiro AA, Matos FJ de A & Magalhães R de A (1997) Use of ¹³C-NMR as complementary identification tool in essential oil analysis. *Spectroscopy*, 13:265-273.
- Alice CB, Siqueira NCS, Mentz LA, Brasil e Silva GA de A & José KFD (1995) Plantas medicinais de uso popular: atlas farmacognóstico. Canoas, Editora da ULBRA. 205p.
- Almeida LP, Ferri PH, Paula JR & Santiago MF (2005) Biotransformação do 1,8-cineol por bactérias livres e Imobilizadas. *Revista Eletrônica de Farmácia*, 2:1-5.
- Bezerra MAC, Leal-Cardoso JH, Coelho-de-Souza A, Criddle DN & Fonteles MC (2000) Myorelaxant and antispasmodic effects of essential oil of *Alpinia speciosa* on rat ileum. *Phytotherapy Research*, 14:549-551.
- Braga JM & Defelipo BV (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. *Revista Ceres*, 21:73-85.
- Cataldo DA, Haroon M, Schrader LE & Young UL (1975) Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications In Soil Science And Plant Analysis*, 6:71-80.
- Chaves EC de O (2001) Efeito do extrato hidroalcoólico de *Alpinia zerumbet* na estrutura e remodelagem do miocárdio na hipertensão causada por bloqueio da síntese do óxido nítrico em ratos. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 44p.
- Chaves FCM, Ming LC, Carvalho EAV, Fernandes DM, Marques MOM & Meireles MAA (2002) Produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e teor de eugenol em alfavaca-cravo, em função da adubação orgânica e sazonalidade. *Horticultura Brasileira*, 20:310.
- Côrrea MP (1974) Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, IBDF, 5:687p.
- Criley RA (1989) Development of heliconia and *Alpinia* in Hawaii: cultivar selection and cultura. *Acta Horticulturae*, 246: 247-258.
- De Pooter HL, Aboutabl EA & El-Shabrawy AO (1995) Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of leaf, stem and rhizome of *Alpinia speciosa* (J. C. Wendl.) K. Schum. Grow in Egypt. *Flavour and Fragrance Journal*, 1:63-67.
- Dovrat A & Goldschmidt J (1978) Cultivation aspects of *Catharanthus roseus* for roots. *Acta Horticulturae*, 73:263-268
- Demeyer K & Dejaegere R (1997) Nitrogen and alkaloid accumulation and partitioning in *Datura stramonium* L. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 5:15-23.
- Gottlieb OR, Koketsu M, Magalhães MT, Maia JGS, Mendes PH, Rocha AL da, Silva ML da & Wilberg VC (1981) Óleos essenciais da Amazônia VII. *Acta Amazônica*, 11:143-148.
- Jackson M.L. (1965) Soil chemical analysis, 5 ed. Englewood Cliffs, Prentice-Hall. 498p.
- Jasmim J, Prado MA, Silva JCC & Carvalho CM (2001) A adubação nitrogenada no crescimento vegetativo de *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith. In: 13º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, São Paulo. Anais, SBFPO. v.1, p.109.
- Lahlou S, Galindo CA, Leal-Cardoso JH, Fonteles MC & Duarte GP (2002) Cardiovascular effects of the essential oil of *Alpinia zerumbet* leaves and its main constituent, terpinen-4-ol, in rats: role of the autonomic nervous system. *Planta Medica*, 68:1097-1102.
- Lahlou S, Interaminense LFL, Leal-Cardoso JH & Duarte GP (2003) Antihypertensive effects of the essential oil of *Alpinia zerumbet* and its main constituent, terpinen-4-ol, in DOCA-salt hypertensive conscious rats. *Fundamental and Clinical Pharmacology*, 17:323-330.
- Lamas A da M (2001) Floricultura tropical: técnicas de cultivo. Recife, SEBRAE/PE. 88p.
- Larsen K, Ibrahim H, Khaw SH & Saw LG (1999) Gingers of Peninsular Malaysia and Singapore. Kota kinabalu, Natural History Publications/Sabah. 135p.
- LEAG/UENF - Laboratório de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Norte Fluminense (2002) Dados agrometeorológicos de Campos dos Goytacazes- RJ. Convênio PESAGRO-RIO/UENF. Setor de irrigação e agrometeorologia.
- Lorenzi H & Souza HM de (2001) Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3 ed. Nova Odessa, Plantarum. 1088p.
- Lorenzi H & Matos FJA (2002) Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 512p.
- Luz AIR, Zoghbi MGB, Ramos LS, Maia JGS & Silva ML (1985) Essential oils of some Amazonian Zingiberaceae, 3. Genera *Alpinia* and *Rengalmia*. *Journal Natural Products*, 47:907-908.
- Malavolta E, Vitti GC & Oliveira AS (1997) Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS). 319p.
- Matos FJA (2002) Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4. ed. Fortaleza, UFC. 267p.
- Ming LC (1994) Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *Lippia alba*. *Horticultura Brasileira*, 12:49-51.
- Ming LC (1998) Adubação orgânica no cultivo de *Lippia Alba* (Mill) N. E. Br. - Verbenaceae. In: Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu, UNESP, 1:165-191.
- Miranda EE de, Gomes EG & Guimarães M (2005) Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos. Campinas, Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpem.embrapa.br>>. Acessado em: 7 maio de 2008.
- Panizza S (1997) Plantas que curam: cheiro de mato. 24 ed. São Paulo, IBRASA. 279 p.
- Pereira AR, Villa NA & Sedyama GC (1997) Evapotranspiração. Piracicaba, ESALQ. 183p.
- Rezende ME de, Jasmim J, Prado MA do, Caprini GP & Shripsema J (2003) Efeito da adubação nitrogenada no rendimento e qualidade do óleo essencial de colônia (*Alpinia zerumbet*). In: 2º Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais, Capinas. Anais, IAC. p.46.
- Rezende ME de, Jasmim JM, Sousa EF de, Thiébaud JTL, Carvalho, AJC de & Pinheiro MM (2006) Crescimento, florescimento e teores foliares de NPK em alpinia: influência da adubação e irrigação. *Revista Ceres*, 53:635-644.
- Saleh MM, Makarem M & El-Gamasy AM (1978) Effect of irrigation on the growth, alkaloids and rutin of *Nicotiana glauca*. *Acta Horticulturae*, 73:199-204.

- Scheffer MC & Ronzelli Junior P (1993) Influence of organic fertilization on the biomass, yield and composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. *Acta Horticulturae*, 331:109-114.
- Silva MAS da, Marques MOM & Ming LC (2002) Influência da adubação orgânica no teor e na composição do óleo essencial de gengibre. *Horticultura Brasileira*, 20:308.
- Singh K, Singh V & Ram P (1988) Effect of farmyard manure and fertilizers on herb, oil and sucker yield of *Mentha arvensis* L. *Indian Journal Agronomy*, 33:287-289.
- Sousa EF de, Bernardo S & Carvalho J de A (1996) Um método prático para a estimativa de ET_0 com dados de temperatura máxima e mínima para as "áreas de baixada e de tabuleiros" da região Norte-Fluminense (equação de Hargreaves). Campos dos Goytacazes, UENF. 15p. (Boletim nº 2).
- Zoghbi M das GB, Andrade EHA & Maia JGS (1999) Volatile constituents from leaves and flowers of *Alpinia speciosa* K. schum. And *A. purpurata* (Viell.) Schum. *Flavour and Fragrance Journal*, 1:411-414.