

Teor e composição de óleo essencial de rizomas de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) após diferentes períodos de secagem

DABAGUE, I.C.M.^{1*}; DESCHAMPS, C.¹; MÓGOR, A.F.¹; SCHEER, A.P.²; CÔCCO, L.²

¹Universidade Federal do Paraná - UFPR, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo; ² Lacaut - Departamento de Química, Centro Politécnico, Rua dos Funcionários, s/n, CEP: 80035-050, Curitiba-Brasil *crisdabague@yahoo.com.br

RESUMO: A produção de gengibre no Paraná concentra-se no município de Morretes, ocupando uma área de plantio de aproximadamente 300 ha. O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor e a composição do óleo essencial de rizomas de gengibre produzidos em Morretes e submetidos a diferentes períodos de secagem em temperatura ambiente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5, com quatro repetições (quatro plantas por repetição), avaliando cinco procedências e cinco períodos de secagem a temperatura ambiente (0, 15, 30, 45 e 60 dias). As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação em aparelho graduado Clevenger durante três horas e a análise dos constituintes foi realizada por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas. A secagem de rizomas de gengibre em temperatura ambiente por até 60 dias resultou na diminuição de teores de óleo essencial na maioria das procedências. Os constituintes geranial e o neral apresentaram maior concentração em todas as procedências e tiveram teores superiores com o aumento nos períodos de secagem. Os teores de geraniol e acetato de geranila foram inferiores após a secagem em todas as procedências, assim como eucaliptol, canfeno, zingibereno e β -bisaboleno na maioria das procedências.

Palavras-chave: geranial, neral, geraniol, acetato de geranila

ABSTRACT: Essential oil yield and composition of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) rhizomes after different drying periods. Ginger production in Paraná State, Brazil, has predominated in Morretes Municipality, with around 300 ha cultivated area. The aim of this work was to evaluate the essential oil yield and composition of ginger rhizomes produced in Morretes and subjected to different drying periods at room temperature. Experimental design was completely randomized, in a 5x5 factorial arrangement, with four replicates (four plants each), five origins and five drying periods at room temperature (0, 15, 30, 45 and 60 days). The essential oil was extracted by hydrodistillation in a Clevenger-type device for 3h and the constituents were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). The drying of ginger rhizomes at room temperature for up to 60 days decreased the essential oil yield in most origins. Geranial and neral levels were higher in all origins and as drying periods were longer. Geraniol and geranyl acetate levels decreased after drying in all origins, as well as eucalyptol, camphene, zingiberene and β -bisabolene in most origins.

Key words: geranial, neral, geraniol, geranyl acetate

INTRODUÇÃO

O gengibre é planta aromática utilizada como condimento e como erva medicinal desde a antiguidade pelos povos asiáticos e foi distribuído pelos continentes na era das grandes navegações e comércio de especiarias (Boletim, 2004). Atualmente é comercializado *in natura*, em conserva, cristalizado, seco e em pó (Elpo, 2004; Negrelle et al., 2005). O óleo essencial dos rizomas por sua vez possui aplicação na indústria de alimentos como

aromatizante e condimento, na indústria cosmética como fragrância e antioxidante (Sacchetti, 2004) e na indústria farmacêutica devido às propriedades antiinflamatória, antibacteriana e antitumoral (Machado, et al., 2003; Jolad, 2005; Prasad & Vijay, 2005; Shukla & Singh, 2007).

A produção de gengibre do estado do Paraná concentra-se no município de Morretes, atendendo o mercado interno e externo. Na safra 2005/2006 a

produção foi de 540 toneladas, sendo 300 toneladas de gengibre orgânico (Almeida et al., 2007).

A classificação de rizomas no CEASA-PR utiliza como critério de avaliação características como tamanho, brilho, ausência de terra (limpeza), ausência de brotamento e quebra; grau de desenvolvimento, uniformidade e cor (Elpo et al., 2008; Lorenzetti, 2008). Segundo Elpo (2004), o toalete, secagem, classificação e acondicionamento (embalagem) do gengibre em caixas de madeira, plásticas e de papelão ocorrem na propriedade rural.

Apesar da cultura do gengibre apresentar importância econômica relevante na forma *in natura* (Freitas, 2006), o uso dos rizomas para a obtenção de óleos essenciais, extratos e concentrados de gengibre têm despertado interesse da indústria farmacêutica e cosmética devido à presença dos constituintes químicos (Sacchetti, 2004). Sakamura (1987) observou a presença dos constituintes neral, geraniol, geranial e acetato de geranila. Machado et al. (2003) observaram nos sistemas de produção orgânico e convencional de gengibre produzido em Morretes, os constituintes, respectivamente: α -zingibereno (20,6%; 24,3%), geranial (21,6%; 17,7%), β -sesquifelandreno (8,5%; 11%), α -farneseno (6,9%; 8%), cineol (6,0%; 7%), neral (8,2%; 4,9%), geraniol (4,5%; 6,9%) e γ -curcumeno (6,0%; 0,0%). Jolad (2005), avaliando a composição do óleo essencial de gengibre produzido no Havaí, verificou a presença de 63 constituintes, os quais têm sido utilizados farmacologicamente com sucesso nos tratamentos de inflamações crônicas, obstruções pulmonares, asma e artrites reumatóides.

Segundo Sakamura (1987), durante o armazenamento ocorre cerca de 60% de aumento dos teores dos constituintes neral e geranial e decréscimo de geraniol e acetato de geranila.

Como parte do gengibre produzido nas propriedades de Morretes não alcança classificação para exportação (Tipo Extra), e permanece na propriedade rural armazenado à temperatura ambiente até o momento de comercialização no mercado interno, surge a possibilidade de utilização desta matéria prima para a obtenção do óleo essencial, de forma a agregar valor ao produto e proporcionar maior retorno econômico para os produtores rurais.

O objetivo deste trabalho, portanto, foi avaliar o teor e composição do óleo essencial de gengibre de procedências cultivadas em Morretes, PR, após diferentes períodos de secagem em temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODO

Material vegetal

As amostras de rizomas de gengibre foram obtidas de cinco procedências de três propriedades rurais no mês de junho de 2006. Na propriedade 1

foram coletadas as procedências “gigante havaiano” e “paulista” com produção em sistema orgânico. Na propriedade 2 as procedências “paulista” e “japonesa” e na propriedade 3 procedência sem denominação foram coletadas. Em ambas as propriedades o sistema de produção adotado foi o convencional. Após a coleta, os rizomas foram lavados com água corrente, secos com papel toalha e mantidos à sombra até o momento da extração do óleo essencial no Laboratório de Ecofisiologia do Departamento de Fitotecnia de Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5, com quatro repetições (quatro plantas por repetição), avaliando-se o efeito de cinco períodos de secagem (0, 15, 30, 45 e 60 dias) no teor e composição do óleo essencial das procedências.

As temperaturas máximas e mínimas registradas pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) nos meses de junho, julho e agosto de 2006 foram 11,1 e 7,4°C; 13,9 e 10,2°C e 22,5 e 13,1°C, com umidade de 90,4; 91,8 e 71,5% respectivamente.

Extração de óleo essencial

As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação em aparelho graduado Clevenger, durante 3 horas, sendo adicionados 100 g de rizoma de gengibre fatiado com espessura média de 0,5 cm e água destilada em balão volumétrico de 2 L. Após as extrações, o óleo essencial foi determinado com uso de micropipeta de precisão (10-100 μ L). As amostras foram armazenadas em freezer onde permaneceram até o momento da análise.

Análise da composição do óleo essencial

Para análise dos constituintes dos rizomas foram utilizadas amostras compostas com 20 μ L de óleo essencial de cada repetição dos tratamentos. A análise destas amostras foi realizada mediante cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas. O equipamento e as condições operacionais utilizadas para a quantificação dos constituintes do óleo essencial foram o cromatógrafo gasoso Varian, modelo CP 3800 com detector FID (CG_FID); coluna capilar Chrompack de sílica fundida CP-SIL 8 CB, 0,25 mm de diâmetro interno, 30 m de comprimento e 0,25 μ m de filme líquido; temperatura do injetor: 250°C, split 1:200; quantidade de amostra injetada foi: 1,0 μ L; pressão na coluna: 30,0 psi; gás de arraste: foi o hélio. Gás de make up: ar sintético, nitrogênio e hidrogênio. Temperatura do detector FID: 300°C. A programação de temperatura do forno: temperatura inicial de 60°C, elevação de temperatura a 90°C, 140°C e 240°C por 5 minutos. O tempo total da corrida foi de 40 minutos.

A análise da variância para o teor de óleo essencial do rizoma de gengibre foi realizada com

auxílio do programa ASSISTAT (Assis, 2007). As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As amostras dos rizomas de gengibre avaliadas nos períodos de secagem apresentaram redução na porcentagem de perda de umidade conforme Tabela 1, sendo que a procedência 1 perdeu 90% de água na amostra de rizomas logo após a colheita e depois de sessenta dias 85%, isto é, durante os cinco períodos de secagem de 10,39 a 14,45% da massa. A procedência 2 apresentou perda 86,8% na avaliação inicial e 84,4% após sessenta dias (13,24 a 15,65%). A procedência 3 apresentou 12,38 a 16,01%, a procedência 4, 13,55 a 15,48% e a procedência 5, 11,14 a 12,45%. O procedimento da secagem não pode ser generalizado segundo Gouveia et al. (1999), por se tratar de materiais biológicos, estes apresentam características intrínsecas que atuam durante a secagem.

Teor de Óleo Essencial

Houve interação significativa entre as procedências e períodos de secagem para o teor de óleo essencial (Tabela 2). Somente em uma das procedências (4) não houve redução do teor nos

diferentes períodos de secagem. (9,19 a 12,17%). As procedências 2 e 3 apresentaram reduções dos teores de óleo essencial de 14,29 para 6,05% e de 15,31 para 8,85%, respectivamente, demonstrando que os períodos de secagem dos rizomas de gengibre podem reduzir o teor de óleo essencial em algumas procedências. Esta redução foi significativa também para a procedência 1 após 15 dias de secagem (16,35 para 12,70%), e para as procedências 3 (15,31 para 8,85%) e 5 (16,50 para 11,57%) após 30 dias, enquanto para a procedência 2 esta redução ocorreu apenas aos 45 dias (14,29 para 6,05%). Diferenças no teor dos constituintes do óleo essencial em espécies aromáticas submetidas a diferentes processos de secagem têm sido relatadas por Melo et al. (2004).

As procedências 1 (16,35%) e a 5 (16,50%) apresentaram teores de óleo essencial estatisticamente superior em relação à procedência 4 (12,21%) logo após a colheita (tempo 0). Após 60 dias em temperatura ambiente, as procedências 1 (12,83%) e 5 (14%) apresentaram maiores teores comparativamente à procedência 3 (9,13%). Estas diferenças, no entanto não foram devidas aos sistemas de produção tendo em vista que as procedências 1 e 2 foram produzidas sob sistema orgânico e as demais sob sistema convencional.

Estes resultados indicam que o período de secagem afetou o teor de óleo essencial nos rizomas de algumas procedências de gengibre. Vários fatores

TABELA 1. Porcentagem de umidade em rizomas de procedências de gengibre em diferentes períodos de secagem.

Período pós-colheita (dias)	Procedências				
	1	2	3	4	5
0	89,61	86,76	87,62	86,45	88,86
15	85,96	86,00	86,42	87,21	87,19
30	85,55	85,49	85,12	86,59	86,31
45	85,36	82,16	84,41	84,62	86,22
60	85,55	84,35	83,99	84,52	87,55

TABELA 2. Teores de óleo essencial ($\mu\text{L g}^{-1}$ massa seca) de procedências de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) após períodos de secagem (junho/2006), Curitiba-PR, 2006.

Procedências	Período pós-colheita (dias)				
	0	15	30	45	60
1	16,35 Aa	12,70 Bab	11,14 Ba	10,64 Bb	12,83 ABab
2	14,29 Aab	12,24 ABab	10,94 ABa	6,05 Cc	9,61 BCbc
3	15,31 Aab	14,93 Aa	8,85 Ba	11,85 ABb	9,13 Bc
4	12,17 Ab	10,36 Ab	9,19 Aa	12,21 Aab	10,65 Aabc
5	16,50 Aa	14,10 ABa	11,57 Ba	15,56 Aa	14,00 ABa

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. Coeficiente de Variação: 14,99%.

TABELA 3. Constituintes majoritários do óleo essencial (%) de cinco procedências de gengibre em diferentes períodos de secagem. Curitiba, 2006.

Constituintes	Procedências				
	P1	P2	P3	P4	P5
Geranial					
0	30,3	23,6	29,4	27,4	26,0
15	27,4	27,3	28,4	30,2	29,9
30	25,3	27,4	30,1	30,0	30,7
45	29,7	27,5	30,5	34,1	31,2
60	32,8	32,7	33,7	35,3	31,7
Neral					
0	14,8	11,8	15,0	13,3	12,9
15	13,1	13,4	14,2	14,4	15,2
30	13,0	13,5	14,8	14,7	16,9
45	17,3	14,1	15,1	15,7	15,8
60	17,1	17,1	17,2	16,9	16,9
Geraniol					
0	5,8	7,6	7,1	7,2	7,0
15	5,2	7,5	6,1	7,0	5,9
30	5,1	6,8	5,1	5,9	6,5
45	5,0	5,5	3,8	5,9	4,7
60	4,8	4,8	3,3	5,5	4,4
Eucaliptol					
0	5,2	5,9	5,0	3,8	5,0
15	5,8	6,5	5,6	6,9	6,1
30	5,7	5,9	3,9	4,5	5,4
45	5,7	5,5	6,2	4,6	5,3
60	4,8	4,8	4,9	4,6	6,9
Canfeno					
0	4,5	5,3	3,8	3,0	5,8
15	8,1	4,5	5,7	4,9	4,3
30	8,3	4,8	5,0	4,2	3,3
45	5,6	4,8	5,0	3,1	2,4
60	3,5	3,5	2,9	3,7	2,2
Zingibereno					
0	3,2	4,6	3,5	5,1	2,7
15	4,0	4,7	3,9	4,6	3,5
30	3,9	4,9	3,7	4,3	3,3
45	2,8	4,5	3,1	3,4	2,8
60	3,3	3,3	2,9	3,1	2,6
Acetato de geranila					
0	3,5	4,1	3,9	4,5	4,4
15	2,7	3,5	2,9	3,5	3,0
30	2,4	2,8	3,2	2,9	2,4
45	1,5	2,4	1,6	1,7	1,5
60	1,7	1,7	0,9	1,5	1,1
β-bisaboleno					
0	3,4	3,7	3,4	4,0	4,1
15	3,7	3,1	4,4	2,7	3,1
30	4,2	3,2	3,6	2,7	2,7
45	3,1	2,8	3,5	2,1	2,3
60	2,1	2,1	3,7	2,1	0
β-felandreno					
0	1,3	1,3	1,5	2,1	1,1
15	1,9	2,2	2,2	1,59	2,2
30	1,6	2,4	2,3	2,7	2,2
45	1,9	2,1	2,9	2,2	2,1
60	2,2	2,2	2,6	2,1	1,8

podem influenciar o teor de óleo essencial em espécies aromáticas, tais como solo, clima, época de colheita e método e tempo de extração (Andrade, 2000), além da diversidade genética (Silva et al., 2006). Devido a existência de grande diversidade dos sistemas de produção de gengibre em Morretes, futuras avaliações poderão indicar quais fatores (genéticos e/ou ambientais) são mais importantes na determinação dos teores de óleo essencial das diferentes procedências.

Composição do Óleo Essencial

Os constituintes identificados no óleo essencial das amostras de gengibre foram α -pineno, canfeno, β -pineno, mirceno, limoneno, β -felandreno, eucaliptol, isoterpinoleno, linalol, borneol, α -terpineol, neral, geraniol, geranial, acetato de citronella, acetato de geranila, cariofileno, zingibereno, β -bisaboleno, β -sesquifelandreno, espatulenol, β -eudesmol e α -bisabolol (Tabela 3). Tais constituintes já haviam sido relatados anteriormente na literatura (Ameenah, 2002; Koroch et al., 2007). Machado et al. (2003) identificaram 16 constituintes no óleo essencial de rizomas de gengibre cultivados em Morretes, com grande variabilidade nos teores destes constituintes conforme a procedência e sistema de cultivo (orgânico e convencional). Dentre estes se apresentaram como majoritários α -zingibereno (20,6; 24,3%), geranial (21,6%; 17,7%), β -sesquifelandreno (8,5; 11%), α -farneseno (6,9%; 8%), cineol (6,0%; 7%), neral (8,2%; 4,9%), geraniol (4,5%; 6,9%) e γ -curcumeno (6,0%; 0,0%). No presente trabalho, o teor dos constituintes majoritários do óleo essencial de rizomas de diferentes procedências foram o geranial (23,6 a 30,3%); neral (10 a 14,8%); geraniol (5,8 a 7,6%); acetato de geranila (3,5 a 4,5%); eucaliptol (3,6 a 5,9%); canfeno (2,8 a 5,8%), zingibereno (2,3 a 5%); β -felandreno (0,5 a 4%) e β -bisaboleno (2,8-3,4%) (Tabela 3). Observa-se que os teores de geranial e neral foram superiores enquanto os teores de α -zingibereno foram inferiores comparados aos resultados obtidos por Machado et al. (2003).

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que altos teores de citral (geranial e neral) são observados no óleo essencial de rizomas após secagem. Maiores níveis destes constituintes são de interesse comercial para as indústrias de aroma e fragrância (Wohlmuth et al., 2006) e, portanto, a secagem de rizomas em temperatura ambiente pode aumentar o valor comercial do óleo essencial. Segundo Sakamura (1987), durante o armazenamento ocorre cerca de 60% de aumento dos constituintes neral e geranial, porém com decréscimo de geraniol e acetato de geranila devido à transformação de acetato de geranila em geraniol e geranial em neral. Resultados semelhantes foram obtidos neste trabalho, pois o geranial e o neral, além

de apresentarem maiores concentrações em todas as procedências avaliadas tiveram aumento dos teores com os períodos de secagem. Wohlmuth et al. (2006) também observaram no óleo essencial extraído de clones de gengibre sete semanas após a colheita altos teores de geranial e neral. De forma contrária, o período de secagem dos rizomas resultou em diminuição das porcentagens de acetato de geranila e geraniol em todas as procedências e de β -bisaboleno, canfeno e eucaliptol em quatro das procedências avaliadas.

De acordo com Melo et al. (2004), o processo de secagem pode propiciar a transformação e/ou degradação dos constituintes químicos do óleo essencial, onde o teor médio de óleo essencial de menta reduz de 1 a 0,12% em temperaturas de 40 a 80°C e redução para o óleo essencial de alecrim (2,13 a 1,09%) nas mesmas condições.

Em *Melissa officinalis* L. tem sido demonstrado que folhas frescas contêm maior concentração de neral e geraniol que folhas secas (Blank et al., 2005). Estudo com *Lippia alba* com temperatura de secagem de 40°C resultou em redução do teor de citral no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown (Barbosa, 2006).

CONCLUSÃO

A secagem de gengibre em temperatura ambiente por até 60 dias reduz o teor de óleo essencial na maioria das procedências de gengibre.

O geranial e o neral apresentam maior concentração em todas as procedências e aumentam seus teores com os períodos de secagem.

Os teores de geraniol e acetato de geranila diminuem com os períodos de secagem.

REFERÊNCIA

- ALMEIDA, N.G.; ELPO, E.R.; GIROTTO, A. Aspectos econômicos da cultura do gengibre SAFRA 2007/2008. Estado do Paraná - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Economia Rural - **Análise da Conjuntura Agropecuária**, 2007. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognósticos/gengibre_2007-08.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2007.
- AMEENAH, G.F. Essential oil composition of Zingiberaceae species from *Mauritius*. **Journal of Essential Oil Research**, v.14, n.4, p.271-3, 2002.
- ANDRADE, A.M. Influência de alguns fatores não genéticos sobre o teor de óleo essencial em folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Floresta e ambiente**, v.7, n.1, p.182-9, 2000.
- ASSIS, F. ASSITAT versão 7,4 beta. **UAEA-CTRN-UFCG**. Campina Grande. 2007. Disponível em: <<http://assistat.sites.uol.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2008.
- BALLADIN, D.A. Solar drying of west Indian ginger

- (*Zingiber officinale* Roscoe) ryzome using a wire basket dryer. **Renewable Energy**, v.7, n.4, p.409-18, 1996.
- BARBOSA, F.F. Avaliação do tempo de espera no campo, antes da secagem, sobre o teor e a composição química do óleo essencial de erva-cidreira brasileira (*Lippia alba* (Mill) N.E. Brown) - Verbenaceae. **Engenharia na Agricultura**, v.14, n.1, p.7-15, 2006.
- BLANK, A.F. Influência do horário de colheita e secagem de folhas no óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) cultivada em dois ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.1, p.73-8, 2005.
- BOLETIM MENSAL DE COMÉRCIO AGRÍCOLA. Preços de cereais registram subida desde meados de 2003. Fonte: **Boletim Mensal do Comércio Agrícola**, n.67, p.4, 2004.
- ELPO, E.R.S. **Cadeia produtiva do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) no Estado do Paraná**: análise e recomendações para melhoria da qualidade. 2004. 179p. Dissertação (Mestrado-Área de concentração em Produção Vegetal) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ELPO, E.R.S.; NEGRELLE, R.R.B.; RÜCHER, N.G.A. Produção de gengibre no município de Morretes, PR. **Scientia Agraria**, v.9, n.2, p.211-7, 2008.
- FREITAS, A.R. Fatos e números do Brasil florestal. **Sociedade Brasileira de Silvicultura**, p.81-2, 2006. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>. Acesso em: 12 abr. 2007.
- GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A.C.; MURR, F.E.X. Estudo da difusividade e do encolhimento do gengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.1, n.1, p.51-8, 1999.
- JOLAD, S.D. Commercially processed dry ginger (*Zingiber officinale*): composes and effects on LPS-stimulated PGE2 production. **Phytochemistry**, v.66, p.1614-35, 2005.
- KOROCH, A. et al. Quality attributes of ginger and cinnamon essential oils from Madagascar. **Botanical and Medicinals**, p.338-41, 2007. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu07/pdfs/koroch338-341.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2007.
- LORENZETTI, E.R. Cultivo de gengibre. **Universidade Estadual de Maringá**. Disponível em: <<http://br.geocities.com/horticultura1/Cultivogengibre>>. Acesso em: 06 ago. 2008.
- MACHADO, G.C. et al. Composição química de amostras de gengibre (*Zingiber officinale*) de cultivo convencional e orgânico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 26., 2003, Maringá. **Proceedings...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- MAGALHÃES, M.T. et al. Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. Parte (2) - secagem, óleo essencial e oleoresina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.2, p.132-6, 1997.
- MELO, E.C.; RADÜNZ, L.L.; MELO, R.C.A. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais, revisão. **Engenharia na Agricultura**, v.12, n.4, p.307-15, 2004.
- NEGRELLE, R.R.B.; ELPO, E.R.S.; RÜCHER, N.G.A. Análise prospectiva do agro negócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.1022-8, 2005.
- PRASAD, J.; VIJAY, V.K. Experimental studies on drying of *Zingiber officinale*, *Curcuma longa* L. and *Tinospora cordifolia* in solar biomass hybrid drier. **Renewable energy**, v.30, p.2097-109, 2005.
- SACCHETTI, G. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, v.91, p.621-32, 2004.
- SAKAMURA, F. Changes in volatile constituents of *Zingiber officinale* rhizomes during storage and cultivation. **Phytochemistry**, v.26, p.2207-12, 1987.
- SILVA, N.A. et al. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill) N.E.BR.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.3, p.52-5, 2006.
- SHUKLA, Y.; SINGH, M. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. **Food and Chemical Toxicology**, v.45, p.683-90, 2007.
- WOHLMUTH, H. et al. Essential oil composition of diploid and tetraploid clones of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) grown in Australia. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.4, p.1414-9, 2006.