Influência de Cinco Temperaturas de Secagem no Rendimento e Composição do Óleo Essencial de Citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt)

Rocha, Sérgio F.R.[1], Ming, Lin C.[1], Marques, Márcia O. M.[2]

[1]FCA/UNESP/Campus de Botucatu, I86I8 000, Botucatu, SP, Brasil. [2]Centro de Genética, Biologia Molecular e Fitoquímica. Instituto Agronômico de Campinas, Cx. Postal 28, 13001-970, Campinas, SP, Brasil.

RESUMO: Os estudos foram conduzidos com o objetivo de estabelecer procedimentos mais precisos para o processamento pós-colheita de citronela (*C. winterianus* Jowitt), de modo a otimizar o tempo de secagem e rendimento quantitativo e qualitativo do óleo essencial extraído. Foram delineados 5 tratamentos (30ºC, 40ºC, 50ºC, 60ºC e 70ºC), com 14 repetições no processo de secagem, e 12 repetições no processo de extração dos óleos essenciais. A temperatura de secagem a 60ºC apresentou os melhores resultados tanto para tempo de secagem (48 horas para estabilização do peso) como no rendimento do óleo (1,228 ± 0,127%). A composição química do óleo apresentou grande variação quantitativa em função dos tratamentos, sendo que em geral o composto mais abundante foi o neral, exceto no tratamento realizado a 50ºC, que apresentou como composto majoritário o citronelal.

Palavras-chave: Citronela; *Cymbopogon winterianus*; pós-colheita; secagem; óleo essencial.

ABSTRACT: The Influence of Drying Temperatures on the Yield Composition of Citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) essential oil. The studies were carried out to establish more precise parameters for citronella (*C. winterianus* Jowitt) post-harvest, and to optimize drying time and essential oil quantitative/qualitative yield. Five treatments were designed (30ºC, 40ºC, 50ºC, 60ºC and 70ºC), with 14 repetitions of the drying process and 12 of the essential oil extraction. Drying at 60ºC gave the best results for drying time (48 hours until weight stabilization), and also for extracted oil quantity (1.228 ± 0.127% over dry weight). Essential oil content showed high quantitative variations. The main compound found was neral, except in the 50ºC treatment, where citronelal was the main compound.

Key words: Citronella, *Cymbopogon winterianus,* post-harvest, drying, essential oil.

INTRODUÇÃO

A citronela é uma planta perene, formadora de rizoma, pertencente à família Poaceae, sendo largamente cultivada nas regiões tropicais do planeta em função de suas propriedades aromáticas. Existem basicamente dois tipos de citronela: *Cymbopogon nardus* var. *lenabatu* (L.) Rendle e *Cymbopogon winterianus* Jowitt. Acredita-se que ambos os tipos originaram-se no Ceilão, sendo que a primeira é cultivada principalmente nesta ilha, e a segunda encontra-se mais concentrada em Java, Haiti, Honduras, Taiwan, Guatemala e República da China (Wijesekera *et al.*, 1973). Provavelmente todos os tipos de citronela cultivadas são originados de *Cymbopogon confertiflorus*, conhecido por "mara-grass" e que ocorre naturalmente no Sri Lanka (Sahoo & Debata, 1995).

O cultivo de citronela (*C. winterianus*) no Brasil toma importante espaço no mercado de produtos naturais, devido a grande procura por seu óleo essencial tanto no mercado interno quanto para exportação. Até 1989 era o 4º óleo essencial mais comercializado no Brasil, colocando-se ao lado do óleo de Pau-rosa (*Aniba roseodora*). No Brasil, segundo Ming (1994) a média da produção de óleo (1987 a 1989) foi de 150 toneladas, movimentando um total de US$ 1.275.000,00 (US$ 8,50.Kg^{-1}).

Dados mais recentes publicados pela FAO (FAOstat, 1999) apontam um total importado pelo Brasil, em 1996, de 3 t movimentando US$ 17.000,00 (US$ 5,67.Kg^{-1}). O total exportado foi de 6 t rendendo US$ 91.000,00 (US$ 15,17.Kg^{-1}) sendo que o saldo destas transações foi de +US$ 74.000,00. O mercado mundial movimentou em 1997 US$ 8.572.000,00 (1.041.000 t) em importações e US$ 10.097.000,00 (1.329.000 t) em exportações. Os principais mercados compradores são, em ordem decrescente, E.U.A, Reino Unido, França, Alemanha, Países Baixos e Suíça. China, Brasil e Argentina são os principais produtores e exportadores, porém também produzem consideráveis quantidades para seu mercado interno, sendo o principal comprador do produto brasileiro o México (Robbins, 1983).

Recebido para publicação em 31.03.00 e aceito para publicação em 01.09.00.

Esta espécie é de grande uso popular como repelente de insetos, sendo seu óleo largamente utilizado nas regiões litorâneas do Brasil e também por populações ribeirinhas no interior do país. Seu uso é recomendado em combinação a óleos minerais ou vegetais para evitar as picadas de insetos, sendo sua eficácia bastante discutida. Nos últimos anos têm chegado ao mercado diversos tipos de velas e incensos contendo óleo de citronela, com o mesmo intuito.

Lindsay *et al.* (1996) comprovaram a eficiência destas velas (3% de óleo de citronela) e incensos (5% do mesmo óleo) contra diversas espécies de gênero *Aedes* (*A. cudes*, *A. vexans*, *A. fitchii*, *A. trivittatus*, *A. excrucians*, *A. canadensis*, *A. stimulans* e *A. implicatus*), *Coquillettidia perturbans* e *Anopheles quadrimaculatus*. Segundo os autores, o uso de duas destas velas reduziu em 42,2% o número de picadas, e os incensos, em 24,2%. Velas comuns, sem óleo de citronela surpreendentemente também reduziram a incidência de picadas em 23,1% sendo que desta forma pode-se dizer que o efeito isolado do óleo de citronela presente na vela foi de 19,2%.

Seu óleo é importante matéria prima para a produção de geraniol, citronelal e hidroxi-citronelal e é largamente usado nas indústrias de perfumes, sabões, cosmética e farmacêutica. Óleos de diferentes regiões da Índia apresentam rendimento variado de seus principais constituintes: citronelal (34,0 a 58,7%), geraniol (14,6 a 29,0%), citronelol (10,0 a 18,8%) e geranil acetato (12,4 a 25,8%) (Bordoloi). Datta (1982), citado na mesma coleção, ressalta a importância destes compostos na conversão do mentol sintético, ésteres de geraniol e citronelol, etc. O mesmo autor cita a composição do óleo proveniente de Java/Formosa como sendo a seguinte: citronelal (32,0 a 45,0%), geraniol (12,0 a 18,0%), citronelol (11,0 a 15,0%) e geranil acetato (3,0 a 8,0%).

Segundo Budavari *et al.* (1989), são confirmadas as seguintes aplicações para os principais componentes deste óleo: citronelal (3,7-Dimetil-6-octenal) – perfumaria e repelente de insetos; geraniol (3,7-Dimetil-2,6-octadieno-1-ol) – perfumaria, atrativo de insetos; β-citronelol (3,7-Dimetil-6-octeno-1-ol) – perfumaria.

Sobti *et al. in* Atal & Kapur (1982) destaca a importância do gênero *Cymbopogon* na produção de terpenos e não terpênicos fenólicos, largamente utilizados na perfumaria, cosmética e indústria farmacêutica. Os mesmos autores colocam *C. winterianus* como uma espécie muito trabalhada quanto ao melhoramento genético para o aumento dos teores do óleo essencial e seus compostos.

Seu óleo é importante matéria prima para a produção de geraniol, citronelal e hidroxi-citronelal e é largamente usado nas indústrias de perfumes, sabões, cosmética e farmacêutica. Óleos de diferentes regiões da Índia apresentam rendimento variado de seus principais constituintes: citronelal (34,0 a 58,7%), geraniol (14,6 a 29,0%), citronelol (10,0 a 18,8%) e geranil acetato (12,4 a 25,8%) (Bordoloi). Datta (1982), citado na mesma coleção, ressalta a importância destes compostos na conversão do mentol sintético, ésteres de geraniol e citronelol, etc. O mesmo autor cita a composição do óleo proveniente de Java/Formosa como sendo a seguinte: citronelal (32,0 a 45,0%), geraniol (12,0 a 18,0%), citronelol (11,0 a 15,0%) e geranil acetato (3,0 a 8,0%).

Segundo Budavari *et al.* (1989), são confirmadas as seguintes aplicações para os principais componentes deste óleo: citronelal (3,7-Dimetil-6-octenal) – perfumaria e repelente de insetos; geraniol (3,7-Dimetil-2,6-octadieno-1-ol) – perfumaria, atrativo de insetos; β-citronelol (3,7-Dimetil-6-octeno-1-ol) – perfumaria.

Sobti *et al. in* Atal & Kapur (1982) destaca a importância do gênero *Cymbopogon* na produção de terpenos e não terpênicos fenólicos, largamente utilizados na perfumaria, cosmética e indústria farmacêutica. Os mesmos autores colocam *C. winterianus* como uma espécie muito trabalhada quanto ao melhoramento genético para o aumento dos teores do óleo essencial e seus compostos. Contém 30 a 38% de citronelal, com 1,5 a 2,0% do óleo sobre a matéria seca. O rendimento de folhas é dado entre 14,7 a 20,0 ton.ha^{-1}.ano e o rendimento do óleo entre 208,2 kg. ha^{-1}.ano. Alguns clones podem apresentar 60 a 70% de citronelal, com 0,6 a 0,8% de óleo sobre matéria seca e 60 a 70 t.ha^{-1}.ano de folhas.

Sahoo & Debata (1995) destacam o uso de cultura de tecidos na obtenção de novas variedades de *C. winterianus*, o que é reforçado pelo trabalho de Screenath & Jagadishchandra (1989) na recuperação de mutantes somaclonais desta espécie, uma vez que esta não produz sementes.

Apesar do cultivo da citronela apresentar bom nível tecnológico, pouca atenção é dada aos seus processos de pós-colheita. Desde que toda a comercialização e armazenamento só podem ser realizados com o material seco, são necessários mais estudos para a melhoria das condições de qualidade dos materiais a serem comercializados. Brandares (1987) demonstrou a possibilidade da evaporação do óleo de *Cymbopogon citratus* Stapf. sob várias condições de secagem, luz e duração de estocagem. Ayoub (1984) constatou aumento

no teor do óleo essencial nas folhas de *C. citratus* devido à exposição das mesmas à luz solar. Buggle *et al.* (1999) estudaram a influência de diferentes temperaturas de secagem nos rendimentos e composição química do óleo essencial de *C. citratus*, sendo que as temperaturas que indicaram as melhores performances variaram entre 30º e 50ºC, com uma leve tendência para os valores mais próximos a 50ºC.

O presente trabalho tem como objetivo estabelecer parâmetros mais precisos para o processamento pós-colheita de *C. winterianus*, por meio do estudo do efeito de cinco temperaturas de secagem sobre o rendimento do óleo essencial e de sua composição química. Espera-se, desta forma, contribuir positivamente para a melhoria da qualidade final deste produto.

MATERIAL E MÉTODO

O material utilizado foi colhido na área experimental do Departamento de Horticultura da UNESP – Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, durante os meses de maio e junho de 1997. Foram colhidas as folhas inteiras de diversas plantas adultas de *C. winterianus* de um mesmo acesso, tendo sido retiradas as bainhas e lígulas, deixando-se para análise somente as lâminas. Foram retiradas também as extremidades apicais das folhas que apresentavam "queima" excessiva. O material foi picado com o auxílio de tesoura de poda, em pedaços de aproximadamente 1,5cm^2 para melhor manuseio.

Secagem

As plantas foram distribuídas em sacos de papel Kraft de 5Kg de capacidade, com orifícios de 0,5cm de diâmetro, para permitir maior ventilação no produto. Foram preparadas 14 repetições para cada tratamento, sendo utilizada a média de 239,36 $\pm$ 2,57g de material fresco para cada parcela. Após este procedimento, foram levados às respectivas estufas com circulação de ar, sob as diferentes temperaturas para cada tratamento (30ºC, 40ºC, 50ºC, 60ºC e 70ºC), sendo realizadas pesagens diárias até verificação de peso constante.

Extração dos óleos

Verificada a ausência de perda de massa, finalizou-se a etapa de secagem e o material picado e seco foi misturado e homogeneizado individualmente dentro de cada tratamento, sendo inseridos em 60 balões de vidro de 2 litros (referentes às parcelas dos 5 tratamentos, 12 repetições) para a extração dos óleos essenciais. Imediatamente adicionou-se água deionizada em volume suficiente para a cobertura total das folhas secas, iniciando-se o processo de hidrodestilação. Para tanto foram adotados aparatos do tipo *Clevenger* graduados, acoplados aos balões de vidro, sendo estes aquecido por mantas térmicas elétricas com termostato. O processo de extração foi conduzido durante 4 horas e finalizado o mesmo, foi verificado o volume de óleo extraído na coluna graduada dos aparelhos de *Clevenger*. Os óleos retirados dos seus respectivos aparelhos, foram acondicionados em frascos âmbar, etiquetados e mantidos em congelador comercial a –5ºC até a realização das análises em EM-CG.

Análise química e estatística

Os óleos essenciais foram analisados em cromatógrafo a gás acoplado a espectrofotômetro de massas (CG-EM, Shimadzu QP5000), operando a 70eV, com coluna capilar de sílica fundida DB-1 (30m x 0,25mm x 0,25µm) e nas seguintes condições: injetor à 240ºC; detector a 230ºC; gás de arraste: hélio (1,7ml.min^{-1}); split: 1/30 e temperatura programada: 50ºC (5min) – 180ºC, 4ºC.min^{-1}; 180ºC – 250ºC, 15ºC.min^{-1}. Os componentes foram identificados por comparação de seus espectros de massas com a biblioteca do sistema CG-EM (Nist. Lib.) e literatura (MacLafferty & Stauffer, 1989).

Os rendimentos de óleos essenciais são expressos com base na relação volume/peso seco. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com 5 tratamentos e 12 repetições. Os resultados foram analisados por teste de regressão e as médias, com seus respectivos erros padrão, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

O delineamento adotado para a análise do processo de secagem também foi inteiramente ao acaso, contando com 5 tratamentos e 14 repetições. Os resultados foram analisados por teste de regressão.

A composição química dos óleos não pode ser comparada estatisticamente pelo teste de Tukey, pois foram analisadas somente 2 amostras de cada temperatura de secagem. Sendo assim, foi realizado somente o teste de regressão e indicação dos respectivos erros padrão das médias percentuais.

RESULTADO E DISCUSSÃO

O tempo para obtenção do peso constante e o acompanhamento da perda de peso das folhas postas a secar nos tratamentos pode ser observado

na Figura 1. A perda de peso média observada foi de 61,77 ± 0,29 %, podendo ser atribuída à evaporação da água livre presente nos tecidos das plantas.

As folhas submetidas 60ºC apresentaram o melhor desempenho durante o processo de secagem, sendo verificado o menor tempo necessário para estabilização do teor de água. Neste tratamento observa-se a perda de cerca de 50% de umidade com cerca de 30 horas de secagem.

Segundo os dados obtidos, o tempo de secagem não diminui diretamente em função do aumento da temperatura de secagem, como pode ser observado na Figura 1. A não linearidade do processo fica bem evidenciada pelo bom ajuste das curvas obtido para equações do 3º grau, exceto para o tratamento de secagem a 30ºC (ajuste para equação quadrática). Pequenas oscilações no teor de umidade das plantas sob secagem, verificadas após a obtenção do pico de mínimo, podem ser atribuídas às variações de umidade no ambiente (chuva). Vale lembrar que variações no tempo de secagem podem ser induzidas pelas mudanças das condições climáticas.

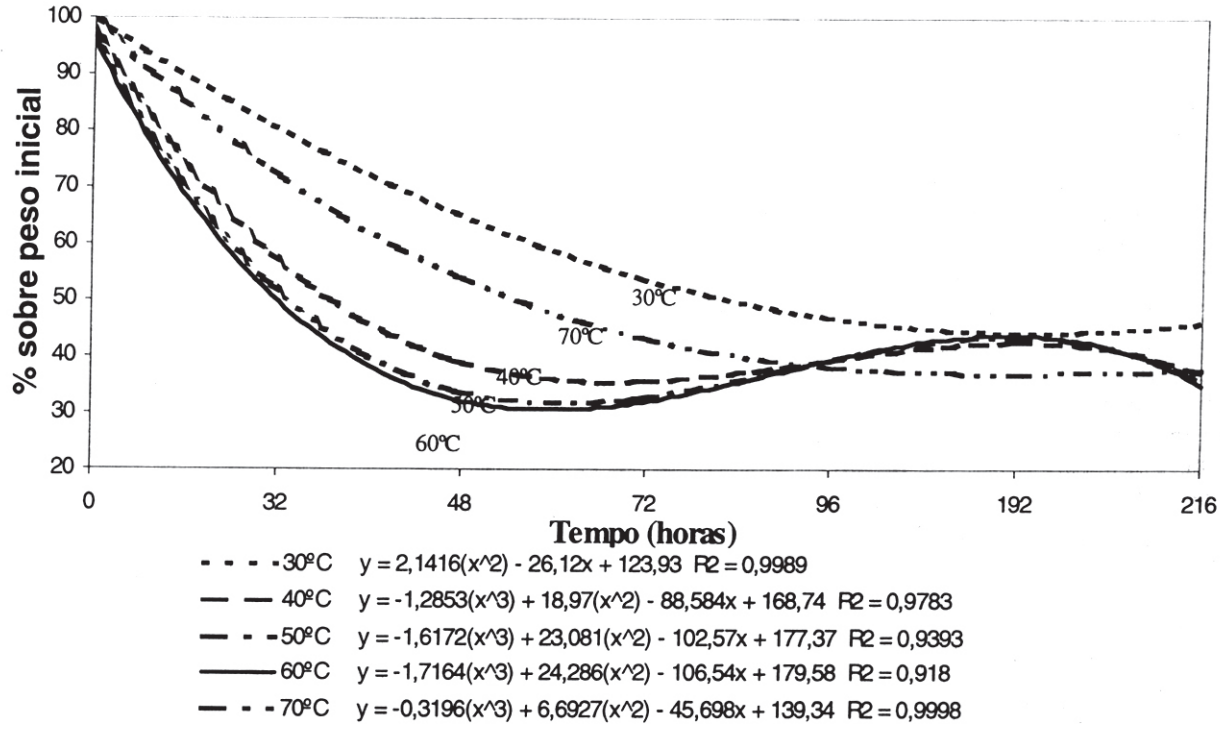


FIGURA 1: Ajuste das curvas de perda de peso x tempo, para 5 temperaturas de secagem de Cymbopogon winterianus.

A secagem a 60ºC também foi positiva para o rendimento do óleo essencial, como pode ser observado na Figura 2. Com exceção deste tratamento, os demais apresentaram um rendimento decrescente com o aumento da temperatura. Apesar de parecer bastante óbvia esta diminuição do teor de óleo, em função deste ser altamente volátil, o tratamento submetido a 60ºC apresentou teores estatisticamente iguais aos rendimentos dos tratamentos submetidos às temperaturas mais baixas. Isto pode ser considerado como grande vantagem do ponto de vista prático, pois o tempo de secagem a 60ºC é 4 vezes menor que a 30ºC, podendo-se desta forma, melhorar consideravelmente o rendimento de uma linha de produção. Esta temperatura foi o limite ótimo para o aumento da temperatura de secagem, tanto para o melhor rendimento na extração do óleo quanto para o menor tempo de secagem. Resultado semelhante foi verificado para *C. citratus*, onde os maiores rendimentos de óleo essencial foram observados para a temperatura de secagem a 50ºC (Buggle *et al.*, 1999).

A composição química dos óleos essenciais submetidos aos tratamentos pode ser observada na Tabela 1.

TABELA 1: Composição química média (n=2) dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus*, em 5 temperaturas de secagem.

Temperatura de secagem	***30ºC***	***40ºC***	***50ºC***	***60ºC***	***70ºC***
Componente			***%***		
1-limoneno	0,00 ± 0,00	0,47 ± 0,47	0,88 ± 0,43	0,24 ± 0,24	0,69 ± 0,25
α-terpineol	0,47 ± 0,07	0,54 ± 0,11	1,13 ± 0,04	0,65 ± 0,12	1,71 ± 0,36
isopulegol	0,44 ± 0,23	0,81 ± 0,30	1,92 ± 0,07	0,64 ± 0,43	2,82 ± 0,24
Citronelal	***13,54*** *± 0,74*	***9,01*** *± 0,58*	***17,91*** *± 1,76*	***17,11*** *± 2,83*	***12,57*** *± 0,07*
β-citronelol	***16,68*** *± 0,02*	***11,42*** *± 3,13*	***15,29*** *± 0,07*	***16,19*** *± 0,47*	***16,44*** *± 0,35*
neral	***18,95*** *± 0,74*	***12,14*** *± 4,18*	***17,25*** *± 0,03*	***18,60*** *± 0,39*	***17,81*** *± 0,61*
isoeugenol	2,18 ± 0,07	1,63 ± 0,64	2,09 ± 0,06	2,11 ± 0,14	1,79 ± 0,01
citronenil acetato	3,86 ± 0,08	3,71 ± 0,14	3,85 ± 0,05	4,11 ± 0,18	4,83 ± 0,10
neril acetato	1,71 ± 0,08	1,89 ± 0,20	1,98 ± 0,01	1,85 ± 0,10	2,68 ± 0,06
β-elemeno	1,93 ± 0,29	2,53 ± 0,61	1,43 ± 0,08	1,85 ± 0,21	1,76 ± 0,06
elemol	***11,48*** *± 0,10*	***11,04*** *± 0,82*	***10,07*** *± 0,52*	***10,82*** *± 0,56*	***14,12*** *± 0,10*
β-eudesmol	3,51 ± 1,06	7,95 ± 1,26	4,59 ± 0,30	3,46 ± 1,11	3,51 ± 0,01
δ-cadinol	8,55 ± 0,31	9,37 ± 1,14	7,61 ± 0,51	7,67 ± 1,18	6,48 ± 0,20
Não identificados	***16,74***	***27,51***	***14,04***	***14,74***	***12,83***

A proporção relativa das moléculas majoritárias aparentemente não apresentou uma tendência única quanto à sua variação quantitativa no óleo essencial, como pode ser observado na Figura 3, sendo que o composto mais abundante foi o neral, exceto para 50ºC, que apresentou o citronelal como composto majoritário. Os resultados positivos encontrados para as temperaturas mais altas (60ºC) quanto ao rendimento do óleo podem ser explicados pela localização das estruturas de armazenamento nas folhas.

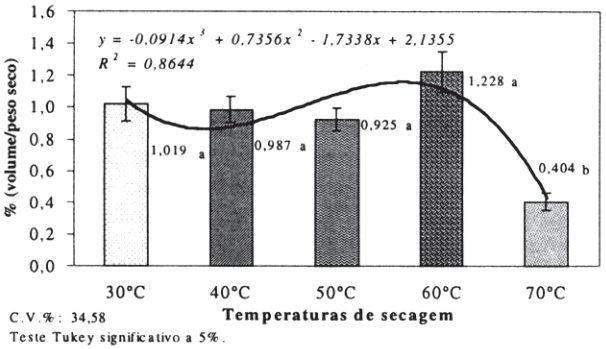


FIGURA 2: Rendimento médio (n=12) de óleos essencias de Cymbopogon winterianus em função de 5 temperaturas de secagem.

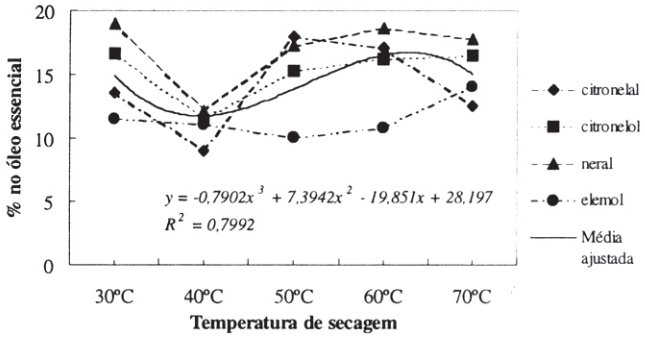


FIGURA 3: Influência de 5 temperaturas de secagem sobre o teor médio (n=2) dos compostos majoritários no óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*.

O óleo essencial de *C. winterianus* é produzido e armazenado em diversas estruturas da superfície foliar, tais como células da epiderme e tricomas glandulares (Iruthayathas & Herath, 1982). No mesmo trabalho, os autores descrevem quatro tipos de tricomas, sendo que estes apresentam diferenças qualitativas quanto ao tipo de composto secundário acumulado em suas células. Estes tricomas são bastante protegidos das intempéries, localizando-se somente na face abaxial da lâmina foliar, e somente entre (e não sobre) as venações superficiais. Em capim limão (*C. citratus*), Figueiredo *et al.* (1996) demonstraram a presença dos óleos essenciais relacionados principalmente em células do parênquima clorofiliano, associada aos feixes vasculares e envoltos por bainhas de esclerênquima. Tais estruturas são, portanto, bem protegidos da superfície foliar e o mesmo tipo de disposição destas células de armazenamento pode ser esperado para *C. winterianus*.

Talvez esta temperatura (60ºC) de alguma forma interfira na permeabilidade ou resistência físico/mecânica destes tecidos, o que ajudaria a reter os compostos voláteis em suas estruturas de origem. Esta temperatura ocasionou ao mesmo tempo a mais rápida evaporação da água livre nos tecidos e a menor perda do óleo essencial por volatilização, porém, estudos histológicos mais detalhados nas plantas submetidas as cinco temperaturas de secagem são necessários visando a comprovação desta nova hipótese.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AYOUB, S. M. H., YANKOV, L. K. On the composition of the oil from the Sudanese lemongrass. **Fitoterapia**, v.55, n.6, p.368-9, 1984.

BORDOLOI, D. N. Citronella oil industry in north east India. In: ATAL, C. K., KAPUR, B. M. **Cultivation and utilization of aromatic plants**. New Delhi: G. C. Printers, 1982. p.318-24.

BRANDARES, M. F. T., VUELBAN, A. M., JUAN, B. B. D., RICALDE, M. R., ANZALDO, F. E., DARJUAN, B. B. Stability studies of essential oils from some Philippine plants. II. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. **Philippine Journal of Science,** v.116, n.4, p.391-402, 1987.

BUDAVARI, S., O'NEIL, M. J., SMITH, A., HECKELMAN, P. (Eds.) **The Merck Index:** *an* encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 11.ed. New Jersey: Rahway, 1989. p. 364, 689.

BUGGLE, V., MING, L. C., MARQUES, M. O. M., FURTADO, E., ROCHA, S. F. R. Influence of different drying-temperatures on the amount of essential oils and citral content in *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. – POACEAE. **Acta Horticulturae**, n.500, p.71-4, 1999.

DATTA, S. C. Cultivation of *Cymbopogon winterianus* Jowitt for production of citronella (Java) oil. In: ATAL, C. K., KAPUR, B. M. **Cultivation and utilization of aromatic plants**. New Delhi: G. C. Printers, 1982. p.325-30.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops & Livestock Primary & Processed. In. _____. **Statistical Database:** Agriculture Data – Agriculture & Food Trade. Rome, 1999.

FIGUEIREDO, R. O, MACHADO, S. R., ANDRADE, R. M C., MING, L. C. Yield of essential oil and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cimbopogon citratus* (D.C.) Stapf.) POACEAE. **Acta Horticulturae**, n.426, p.555-9, 1996

IRUTHAYATHAS, E. E., HERATH, W. H. M. Micro-hairs of citronella leaves and their relationship to components of citronella oil. **Tropical Agriculture**, v.59, n.3, p.227-30, 1982.

LINDSAY, L. R., SURGEONER, G. A., HEAL, J. D., GALLIVAN, G. J. Evaluation of the efficacy of 3% citronella candles and 5% citronella incense for protections against field populations of *Aedes* mosquitoes. **Journal of the American Mosquitoe Control Association**, v.12, n.2, p.293-94, 1996.

MacLAFFERTY, F. W., STAUFFER, D. B., STENHAGEN,E., HELLER, S.R. **The Willey/NBS Registry of Mass Spectral Data**. New York: Willey, 1989. v.1 – 6.

MING, L. C. Produção e comercialização de plantas medicinais e aromáticas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 34, 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 1994. p.118-9

ROBBINS, S. R. J. **Selected markets for the essential oil of lemongrass, citronella and eucalyptus:** report of the Tropical Products Institute. London: Tropical Products Institute, 1983. g. 171, p. 23-26,

SAHOO, S., DEBATA, B. K. Recent advances in breeding and biotechnology of aromatic plants: *Cymbopogon* species. **Plant Breeding Abstracts**, v.65, n.12, p.1721-31, 1995.

SOBTI, S. N., VERMA, V., RAO, B. L. Scope for development of new cultivars of cymbopogons as a source of terpene chemicals. In: ATAL, C. K., KAPUR, B. M. **Cultivation and utilization of aromatic plants.** New Delhi: G. C. Printers, 1982. p. 302-7.

SREENATH, H. L; JAGADISHCHANDRA, K. S. Somatic embryogenesis and plant regeneration from inflorescence culture of Java Citronella (*Cymbopogon winterianus*). **Annals of Botany**, n.64, p.211-215, 1989.

WIJESEKERA, R. O. B., JAYEWARDENE, A. L., FONSEKA, B. D. Varietal differences in the constituents of citronella oil. **Phytochemistry,** v.12, n.11, p.2697-04, 1973.