

Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga

Soraya Marques Ribeiro, Oriel Herrera Bonilla & Eliseu Marlônio Pereira Lucena

Universidade Estadual do Ceará, Mestrado Acadêmico em Recursos Naturais, Avenida Dr. Silas Munguba, 1700 Campus do Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil. CEP 60.714.903
soraya_marques21@hotmail.com, oriel.herrera@uece.br, eliseulucena@yahoo.com.br

Recebido em 28. XII. 2015

Aceito em 22.V. 2018

DOI 10.21826/2446-8231201873104

RESUMO – O gênero *Croton* L., pertence à família *Euphorbiaceae* presente no bioma Caatinga do Nordeste brasileiro. O estudo objetivou avaliar a influência do ciclo circadiano e da sazonalidade no rendimento e na composição química dos óleos essenciais de *Croton blanchetianus* Baill., *Croton nepetifolius* Baill. e *Croton zehntneri* Pax & K. Hoffm. Para estudo do ciclo circadiano, as folhas foram coletadas no horário de 8, 12 e 20h e para a sazonalidade as coletas foram realizadas no horário de 8h. O ciclo circadiano e a sazonalidade influenciaram o rendimento apenas de *C. zehntneri*, indicando maior rendimento na colheita às 12 horas e na estação seca. A composição química das espécies estudadas foi influenciada pelo ciclo circadiano e a sazonalidade, constatando-se que determinados compostos só são produzidos em horários e estações específicas. Portanto, os fatores ambientais estudados interferem no rendimento e composição química dos óleos essenciais das espécies de *Croton* spp.

Palavras-chave: fatores ambientais, metabólitos secundários, nordeste brasileiro

ABSTRACT - Influence of seasonality and circadian cycle yield and chemical composition of essential oils of *Croton* spp. Caatinga. *Croton* L. belongs to the *Euphorbiaceae* family, found in the Caatinga biome of northeastern Brazil. The study evaluated the influence of the circadian cycle and of seasonality on yield, and the chemical composition of essential oils of *Croton blanchetianus* Baill., *Croton nepetifolius* Baill. and *Croton zehntneri* Pax & K.Hoffm. To study the circadian cycle, the leaves were collected at 8:00, 12:00 and 20:00 and for the seasonal collections they were carried out at 8h. The circadian cycle and seasonality only influenced the yield of *C. zehntneri*, indicating a greater yield in harvest at 12:00 and in the dry season. Chemical compositions of *C. blanchetianus*, *C. nepetifolius* and *C. zehntneri* oils were influenced by the circadian cycle and seasonality demonstrating that certain compounds are only produced at specific times and seasons. Therefore, the studied environmental factors affect the yield and chemical composition of essential oils of species of *Croton*.

Keywords: environmental factors, northeastern Brazil, secondary metabolites

INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma tipicamente encontrado no Nordeste do Brasil, que apresenta elevada biodiversidade vegetal e animal, pois apesar da escassez hídrica os seres que habitam esse ambiente desenvolveram adaptações que permitem sua sobrevivência ao clima semiárido (Gariglio *et al.* 2010). O referido bioma recobre grandes faixas nos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e também uma parte do norte de Minas Gerais (Andrade *et al.* 2005).

Amplamente distribuído na flora do Nordeste brasileiro, principalmente nas Caatingas, o gênero *Croton*, um dos mais numerosos da família *Euphorbiaceae*, pertence à subfamília *Crotonoideae* e tribo *Crotoneae*. No Brasil ocorrem mais de 300 das cerca de 700 espécies desse gênero, muitas das quais, têm suas propriedades químicas e/ou farmacológicas conhecidas, atuando no tratamento de diversas enfermidades, principalmente pela população local (Cruz *et al.* 2007).

A espécie *C. zehntneri* Pax et Hoffm, conhecido popularmente como “canela de cunhã” é uma planta

subarborescente e caducifolia, nativa do Nordeste brasileiro. Possui folhas alternadas, completas e podem ser caracterizadas como do tipo eucampódroma, cordiforme de base cordada e ápice agudo, com bordos cerrados e consistência membranácea (Oliveira 2009). Apresenta folhas e talos dotados de um aroma forte e agradável que lembra uma mistura de erva-doce ou anis (*Ilicium verum* Hook.) e cravo-da-Índia (*Eugenia cariophyllata* Thunb.) (Craveiro *et al.* 1977). É utilizada na medicina popular principalmente como sedativo, estimulante do apetite, estomáquico, antiespasmódico, antianorexígeno, analgésico, ansiolítico e para o tratamento de distúrbios gastrointestinais (Andrade *et al.* 2013).

O *Croton nepetaefolius* Baill é uma planta aromática endêmica do nordeste brasileiro conhecida popularmente como “marmeleiro sabiá”. Esta espécie é largamente utilizada na medicina popular como estomáquico, carminativo e no tratamento de cólicas intestinais, sendo esta última ação cientificamente comprovada (Santos *et al.* 2008). Possui folhas alternadas com estipulas, são completas e podem ser caracterizadas como do tipo paralelódroma, codiforme de base cordada e ápice agudo

com bordos serrados. Sua consistência é membranácea de revestimento piloso (Oliveira 2009).

O *Croton blanchetianus* Baill., é conhecido como marmeleiro preto, sendo um arbusto difundido largamente no nordeste do Brasil. As folhas e cascas são geralmente usadas na medicina popular para o tratamento de distúrbios gastrintestinais, reumatismo cefaleia, edema (Chaves & Reinhard 2003, Franco & Barros 2006). Possui porte variável com até 6,0 m de altura, ramoso, com folhas simples, elítico-ovais, pilosas, com aroma que lembra o óleo de pinho, providas de estípulas grandes, especialmente nos ramos jovens (Lorenzi & Mattos 2002).

Os óleos essenciais são substâncias voláteis que podem ser extraídas de várias partes do vegetal, como caule, folhas, raízes, fruto. Esses óleos são adquiridos a partir do metabolismo secundário dos vegetais, sendo compostos principalmente de monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides, metabólitos que conferem as características organolépticas, por exemplo o óleo de *Croton zehntneri* tem um aroma semelhante a erva doce. Óleos essenciais de diversas espécies vegetais são utilizados na perfumaria, cosmética, alimentos e como coadjuvantes em medicamentos (Bizzo *et al.* 2009).

A composição química dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos, porém, outros fatores decorrentes da interação planta e ambiente, como planta e micro-organismos, planta e planta, também podem gerar alterações significativas na produção dos metabólitos secundários (Morais 2009).

Estudos realizados afirmam que diversos fatores ambientais, como clima, solo, estações do ano, forma de plantio, adubação, uso de agrotóxicos, irrigação, tempo e condições ambientais, material da colheita fresco ou seco, técnica de extração, padrões de variação geográfica podem afetar a composição química dos óleos essenciais (Franco *et al.* 2005, Oliveira *et al.* 2005, Apel *et al.* 2006, Asekun *et al.* 2006, Carvalho Filho *et al.* 2006, Potzernheim *et al.* 2006, Telci *et al.* 2006, Sefidkon *et al.* 2007).

A coleta torna-se, portanto, o ponto crítico, pois é necessário que se defina o momento ideal para obter maior quantidade de óleo essencial e do princípio ativo desejado, visto que não apenas os fatores climáticos interferem na biossíntese dos óleos essenciais, mas também o estágio de desenvolvimento da planta interfere na produção dos metabólitos secundários (Taveira *et al.* 2003).

Além disso, a maioria dos estudos das plantas do gênero *Croton* está voltada para a utilização dessas plantas na prevenção e tratamento de enfermidades, como dermatofitoses, cefaléias, dores abdominais, gastrite, entre outras (Duarte *et al.* 2005, Pyun & Shin 2006, Fontenelle *et al.* 2008, Santos *et al.* 2008, Andrade *et al.* 2013). Poucos estudos na literatura abordam sobre a interferência dos fatores abióticos, como sazonalidade, tempo, clima, no processo de extração de óleos essenciais para obtenção de um melhor rendimento.

Nesse sentido, tornam-se necessários estudos que verifiquem a alteração do rendimento e da composição

dos óleos essenciais de acordo com as variações ambientais. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do ciclo circadiano e da sazonalidade no rendimento e na composição química dos óleos essenciais de *Croton blanchetianus* Baill., *C. nepetifolius* Baill. e *C. zehntneri* Pax & K. Hoffm.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização ambiental das áreas de coleta

As coletas foram realizadas em dois diferentes locais, na região nordeste do estado do Ceará, Brasil. Para o estudo do ciclo circadiano foi coletado folhas em diferentes horários do dia (8, 12 e 20 horas), tendo sido realizada na área experimental de Ecologia, no Campus Itaperi da Universidade Estadual do Ceará, em Fortaleza-CE. Situa-se a 3° 43' 02" de latitude (S) e a 38° 32' 35" de longitude (W), com uma altitude de 16 m. Essa área apresenta clima Tropical Quente Subúmido, com pluviosidade média anual de 1.338 mm e uma temperatura média variando de 26 a 28°C. O período chuvoso ocorre entre os meses de janeiro a maio e o período de estiagem durante os meses de junho a dezembro. O seu relevo é constituído de Tabuleiros Pré-Litorâneos, com solos formados por Areias Quartzosas Marinhas e apresenta vegetação típica de Restinga (IPECE 2014a).

Para o estudo da sazonalidade, as coletas foram realizadas durante o período chuvoso e seco na comunidade de Cocalzinho, localizada na região serrana de Viçosa do Ceará-CE. Situa-se a 3° 33' 44" de latitude (S) e a 41° 05' 32" de longitude (W), com uma altitude de 685 m. Essa área apresenta clima Tropical Quente Semiárido Brando, com pluviosidade média anual de 1.349 mm e uma temperatura média variando de 22 a 24°C. O período chuvoso ocorre entre os meses de janeiro a abril e o período de estiagem durante os meses de maio a dezembro. O seu relevo é constituído de Depressões Sertanejas, com solos formados por Areias Quartzosas Distróficas. Apresenta vegetação típica de Carrasco, que é uma formação vegetal da Caatinga Hiperxerófila, predominantemente arbustiva, com dossel fechado e muito denso (IPECE 2014b).

Coleta do material vegetal

Foi selecionada uma área homogênea onde foram selecionadas ao acaso 30 plantas, das quais foram retiradas as amostras para o estudo. Estas apresentavam o mesmo porte e mesmo estágio de desenvolvimento. Coletou-se ramos com folhas de *Croton blanchetianus* Baill., *C. nepetifolius* Baill. e *C. zehntneri* Pax & K. Hoffm., as quais foram depositadas no Herbário Prisco Bezerra, da Universidade Federal do Ceará, com os respectivos números de exsicatas: 46.721, 46.718 e 46.720. As coletas ocorreram trimestralmente, entre os meses de dezembro de 2013 a junho de 2014. As coletas em Fortaleza-CE para o estudo do ciclo circadiano ocorreram nos horários de 8, 12 e 20 h, para cada horário realizou-se três repetições. As coletas em Viçosa do Ceará-CE, para o estudo da sazonalidade,

ocorreram sempre às 8 horas da manhã, havendo três repetições durante a estação seca e três repetições durante a estação chuvosa.

Extração de óleos essenciais e rendimento

A extração de óleo essencial de *Croton* spp. foi realizada através da técnica de hidrodestilação, utilizando-se um aparelho do tipo Clevenger. Neste processo, 300 g de folhas frescas de cada espécie, foram introduzidas em um balão de fundo redondo (5 L), a fim de realizar a extração dos óleos essenciais. Posteriormente, os óleos essenciais foram purificados com sulfato de sódio anidro. Após essa purificação, foram determinadas as massas dos óleos por meio de balança analítica com precisão de 0,1 g, os quais foram mantidos refrigerados a $-20^{\circ}\text{C} \pm 1$ até a realização das análises de identificação dos seus constituintes. O rendimento foi obtido dividindo-se a massa do óleo essencial obtida pela massa das folhas colocadas para a extração do óleo. O resultado foi expresso em percentagem.

Identificação dos óleos essenciais

A identificação dos constituintes do óleo essencial foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM) utilizando-se o aparelho Hewlett-Packard, modelo HP-971A. As condições programadas no aparelho foram: coluna capilar de metil-fenil silicone com 25 m de comprimento, 0,20 mm de diâmetro interno e 0,30 mm de diâmetro externo com uma temperatura em torno de

50 a 180°C e de velocidade de $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ e 180 a 280°C com $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$. O injetor foi programado a uma temperatura de 250°C para identificação dos constituintes. As substâncias foram identificadas por comparação dos seus espectros de massas com os espectros da base de dados NIST 98 (NIST Mass Spectral Library 1998) e os registrados na literatura por comparação de seus índices de retenção, obtidos a partir do algoritmo de Kovats modificadoutilizando como padrões uma série homóloga de hidrocarbonetos lineares de C_9H_{20} (nonano) a $\text{C}_{26}\text{H}_{54}$ (hexacosano), com os índices de retenção registrados na literatura (Adams 2006).

Análise estatística

Para os experimentos do ciclo circadiano e da sazonalidade foi realizada análise de variância, observando a significância através do teste F e a diferença entre médias através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento da espécie *C. zehntneri* foi superior a *C. blanchetianus* e *C. nepetifolius* em todas as coletas (8, 12 e 20 horas) (Fig.1). No horário de 8 e 20 horas o rendimento das espécies *C. blanchetianus* e *C. nepetifolius* não diferiu, enquanto, às 12 horas todas as espécies diferiram entre si e o *C. blanchetianus* apresentou o menor rendimento. O *C. zehntneri* apresentou maior rendimento às 12 horas,

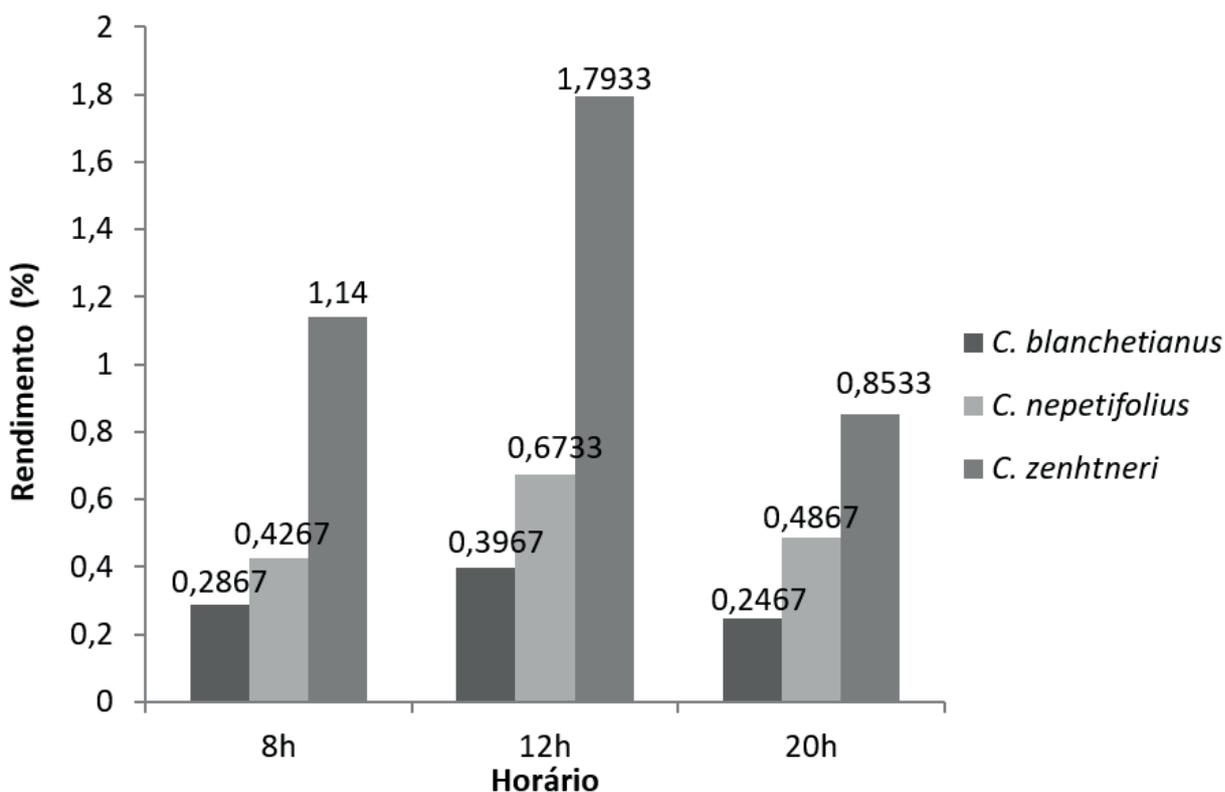


Fig. 1. Valores médios do rendimento (%) dos óleos essenciais de *Croton* spp. para a interação espécie (*Croton blanchetianus*, *Croton zehntneri* e *Croton nepetifolius*) x horário de colheita (8, 12 e 20 horas) em Fortaleza, Ceará.

apresentando uma diferença estatística ao nível de 5% em relação às demais espécies.

A maior produção de metabólitos secundários ocorre sob altos níveis de radiação solar devido às reações biossintéticas que são realizadas por meio de processos fotossintéticos (Taiz & Zeiger 2013). Provavelmente por esse motivo, às 12 horas a espécie *C. zehntneri* apresentou maior produção de óleo essencial.

Estudos realizados com outras espécies como a *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf também demonstram que o período próximo ao horário de 12 horas foi o que apresentou um maior rendimento quando comparado com outros horários (Morais 2009).

A produção de óleo essencial apresenta variações entre espécies diferentes, podendo ter o seu rendimento variando de 0,05% a 10% da massa da planta (Trentini & Teske 2001). As espécies de *C. zehntneri*, *C. nepetifolius* e *C. blanchetianus*, apresentaram em ordem decrescente os respectivos rendimentos de óleos essenciais em relação à massa das plantas: 1,7933; 0,6733; e 0,3967%.

O rendimento do óleo essencial é um fator muito importante para determinar a viabilidade de estudo das espécies como fontes de substâncias bioativas, caso seja necessário o isolamento desta, ou ainda que o óleo essencial apresente atividade equiparada à da substância isolada. Dessa forma, o estudo do rendimento do óleo essencial torna-se uma ferramenta necessária para os produtores, pois a partir desse estudo é possível estimar quanto de biomassa é necessária para produzir uma quantidade de óleo satisfatória. Por exemplo, para a produção desses óleos essenciais em larga escala, usando-se 1 tonelada de massa fresca obteríamos os valores de óleo essencial abaixo (Tab. 1).

A espécie que apresentou maior rendimento durante as estações chuvosa e seca foi o *C. zehntneri* (0,9367% e 1,3%, respectivamente), apresentando diferenças estatísticas em relação às demais espécies, enquanto o *C. blanchetianus* e o *C. nepetifolius* não diferiram entre si (Fig. 2). O *C. zehntneri* também foi a única espécie que apresentou diferença significativa entre as estações de colheita (chuvosa e seca), com superioridade para a estação seca (1,3%), no entanto, as espécies de *C. blanchetianus* e de *C. nepetifolius* não apresentaram diferença estatística significativa do rendimento de acordo com a sazonalidade.

Estes resultados são corroborados por estudos realizados com macela (*Egletes viscosa* (L.) Less.), nos quais se demonstrou alterações nos constituintes majoritários do óleo essencial quando extraídos de capítulos florais provenientes de diferentes épocas de colheita (Bezerra *et al.* 2008).

Estudos com *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson, destacaram que os maiores rendimentos foram obtidos nos cortes realizados na primavera e no verão (estações secas) sendo os menores obtidos no corte realizado no inverno (estação chuvosa) (Castro *et al.* 2002). Estes resultados, apesar de serem observados em outra espécie, são coerentes com o que foi obtido para *C. zehntneri*, visto que o seu maior rendimento de óleo essencial ocorreu na estação seca.

A redução dos teores de óleo, principalmente no outono e inverno (estações chuvosas), pode ser explicada pelo acionamento do mecanismo natural de fonte-dreno, que degrada metabólitos secundários e direciona seus compostos químicos para a manutenção do metabolismo primário (Morais 2009). Essa relação entre fonte e dreno é controlada por fatores ambientais e atua na sinalização de diversos genes que controlam os metabólitos produzidos nos tecidos, sendo determinante na produtividade (Rolland *et al.* 2006, Tonini *et al.* 2010). Este comportamento fisiológico dos vegetais justifica o menor rendimento de óleo essencial obtido durante a estação chuvosa para esta pesquisa.

O maior teor de óleo essencial das plantas de *Mentha arvensis* L. ocorreu no mês de junho e pode ser reflexo das maiores condições de estresse durante o período de cultivo, provocadas pela redução da precipitação, ou seja, no período de seca (Chagas *et al.* 2011). Estes resultados são equivalentes aos obtidos neste ensaio.

Neste mesmo sentido, trabalhos realizados com *Hyptis marruboides* Epling, relataram que o teor de óleo essencial foi estatisticamente superior no verão (estação seca) em relação às outras estações. Deve-se ressaltar que a época em que se obtém maior teor de princípios ativos pode não ser a época de maior produção de biomassa, principalmente pelas condições de estresse, sendo aumentada à síntese de óleo essencial, como ocorre no bioma Caatinga (Botrel *et al.* 2010), onde a maioria das plantas perdem as folhas na estação seca.

Quanto às variações na composição química percebe-se que existe uma variação na quantidade e no tipo de constituinte encontrado em relação à espécie e o horário de coleta (Tab. 2). O constituinte majoritário encontrado no *C. blanchetianus* foi o espatulenol no horário de 8 e 12h, e o anetol às 20h. *C. nepetifolius* apresentou como constituinte majoritário o metileugenol para os três horários e o *C. zehntneri* apresentou como constituinte majoritário o anetol.

Podemos observar na tabela acima, de um modo geral, que a percentagem dos constituintes varia de acordo com o horário do dia, e inclusive alguns desses constituintes estão ausentes em determinados períodos. Por exemplo, o espatulenol é um constituinte presente no *C. blanchetianus* as 8 e 12h, porém está ausente no horário de 20h. Essas percentagens também sofrem variações de acordo com o horário do dia. Por exemplo, no *C. zehntneri* é encontrado 95% de anetol no horário de 8 e 20h, porém às 12h é encontrado 38,9%. Então, o estudo dessas variações torna-se ferramenta essencial para o produtor que deseja obter

Tabela 1. Rendimento dos óleos essenciais expressos em kg para 1 tonelada de massa fresca de folhas.

Espécies	Rendimento (kg)
<i>C. zehntneri</i>	17,91kg
<i>C. nepetifolius</i>	6,7 kg
<i>C. blanchetianus</i>	3,9 kg

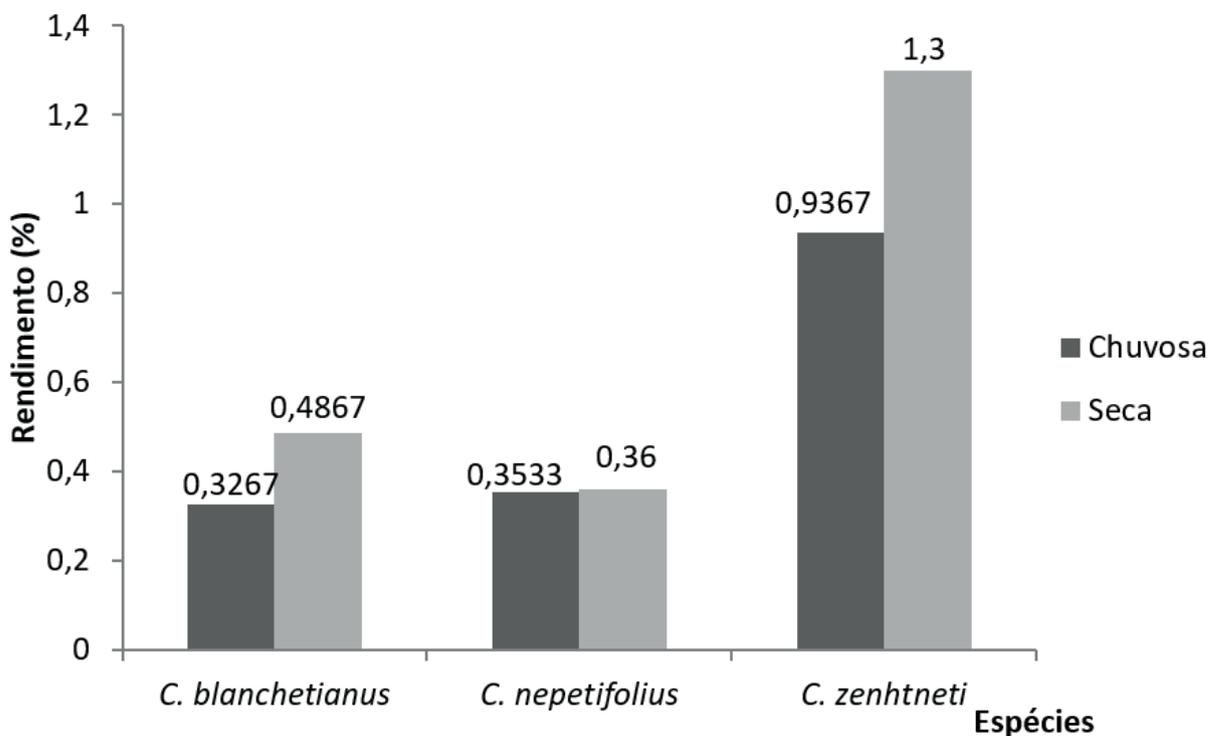


Fig. 2. Valores médios do rendimento (%) dos óleos essenciais de *Croton* spp., para a interação espécie (*Croton blanchetianus*, *Croton zehntneri* e *Croton nepetifolius*) x estação (chuvosa e seca) em Viçosa do Ceará, Ceará.

um determinado constituinte em larga escala.

Verificou-se que o *Croton zehntneri* apresenta como constituinte majoritário o anetol, sendo esse composto encontrado em todas as colheitas: 8h (95,2%), 12h (38,9%) e 20 horas (95,4%). Estes resultados são validados pelo estudo de Ponte (2009) que confirmou que os principais constituintes encontrados no *C. zehntneri* são anetol, estragol e eugenol. O teor desses constituintes varia de acordo com o local de origem da planta, existindo assim os três quimiotipos de acordo com a percentagem do constituinte encontrada no vegetal. O anetol é um constituinte químico bastante promissor, pois já é sabido seu potencial para o tratamento de distúrbios gastrointestinais (Asano *et al.* 2016), potenciador de permeabilidade da pele para fármacos lipofílicos (Ahad *et al.* 2016), atividade antibacteriana (Zahid *et al.* 2015), entre outras.

O espatulenol, constituinte majoritário encontrado no *C. blanchetianus*, apresenta atividade antibacteriana e fungicida (Tzakou & Skaltsa 2003). O metil eugenol, constituinte majoritário do *C. nepetifolius*, tem ação tumoral (Groh *et al.* 2015).

Estudos realizados com outras espécies, como no caso da alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.) também demonstraram variação nos constituintes de acordo com o horário de coleta, tendo sido encontrado 80% de eugenol no horário de 12 horas, em contraste com o horário de 17 horas que só continha 11% de eugenol (Craveiro 1981).

Estudos realizados com *Melissa officinalis* L. em dois horários de coleta demonstraram inversão no percentual

de compostos majoritários do óleo essencial, obtendo-se 49% de neral e 34,4% de geranial às 9 horas e 34,1% e 50,8% às 15 horas para neral e geranial, respectivamente.

Portanto, o estudo da interferência dos horários do dia na composição química dos óleos essenciais é um fator crucial para o desenvolvimento de fitoterápicos, pois a partir disso é possível isolar o constituinte de interesse. Neste sentido, as espécies de *Croton* apresentam diversos constituintes com atividade farmacológica, como o 1,8 cineol que tem ação anti-inflamatória, analgésica e mucolítica (Santos & Rao 2000, Juergens *et al.* 2003), espatulenol com atividade bacteriana e fungicida (Tzakou & Skaltsa 2003) e alguns terpenos podem ter atividade antiviral, antiparasitária e antimicrobiana (Paduch *et al.* 2007).

O percentual dos constituintes encontrados nas três espécies de *Croton* varia de acordo com a sazonalidade, podendo alguns dos constituintes estarem ausentes em uma das estações estudadas (Tab. 3). Por exemplo, o anisalaldeído está presente no *C. zehntneri* na estação chuvosa, porém está ausente na estação seca. As proporções dos constituintes também sofrem variações, dependendo da estação estudada. No caso do anetol, constituinte majoritário do *C. zehntneri*, observa-se que durante a estação chuvosa encontra-se 85,26% e durante a estação seca 38,35%.

A mesma variação de proporções dos constituintes em relação à estação do ano também ocorre para as demais espécies estudadas. Por exemplo, no *C. blanchetianus*, o p-cymen-8-ol está presente na estação chuvosa e ausente

Tabela 2. Composição química de três espécies de *Croton* spp. de acordo com o horário de colheita (8, 12 e 20 horas) em Fortaleza, Ceará.

Composto	% da área dos constituintes químicos								
	Espécie								
	Horário de colheita								
	<i>C. blanchetianus</i>			<i>C. nepetifolius</i>			<i>C. zehntneri</i>		
8 h	12 h	20 h	8 h	12 h	20 h	8 h	12 h	20 h	
3,5 dimetoxitolueno	-	-	-	6,53	-	6,82	-	-	-
Anetol	-	-	21,0	-	-	-	95,2	38,9	95,4
Benzaldeído-4-metóxi	-	-	-	-	-	-	2,30	31,2	-
Benzenemetanol,3,4 dimetóxi	-	-	-	6,69	6,02	-	-	-	-
Cariofileno	-	-	6,35	-	-	9,68	-	-	0,29
Cariofileno óxido	17,0	30,7	-	4,70	4,76	-	-	-	-
Cryptone	5,90	2,75	-	-	-	-	-	-	-
Espatuleno	23,4	26,0	-	3,19	4,41	0,75	-	-	-
Estragol	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
Eucaliptol	17,2	9,52	8,43	7,07	6,18	17,2	-	-	0,71
γ -elemene	-	-	-	-	-	-	1,05	-	-
Linalol	3,14	-	-	-	-	-	-	-	-
Metileugenol	-	-	-	50,2	43,5	30,4	-	-	-
Oxiranemetanol,2-phenyl	-	-	-	-	-	-	-	24,2	-
p-cimene	8,91	5,38	-	-	-	-	-	-	-
p-cymen-8-ol	4,29	-	-	-	-	-	-	-	-
α -felandreno	-	-	5,84	-	-	0,33	-	-	-
α -pineno	-	-	3,59	-	-	0,33	-	-	-
α -terpineol	3,48	2,08	-	2,08	2,59	-	-	-	-
β -elemene	6,22	3,83	-	-	-	-	-	-	-
β -felandreno	-	-	14,7	-	-	1,71	-	-	-

Tabela 3. Composição química de três espécies de *Croton* spp. em relação as variações sazonais em Viçosa do Ceará-CE.

Composto	% da área dos constituintes químicos					
	Estação chuvosa			Estação seca		
	Espécie					
	Cb	Cn	Cz	Cb	Cn	Cz
1,4-methanocycloocta [d] pyridazine	-	8,58	-	-	-	-
3,5-dimetoxitolueno	-	6,10	-	-	-	-
Anetol	-	-	85,26	-	13,43	38,35
Anisalaldeído	-	-	8,91	-	-	-
Cariofileno	-	7,10	-	-	14,05	-
Cariofileno óxido	25,68	-	-	29,37	8,71	15,86
Cryptone	-	-	-	5,90	-	5,13
Espatuleno	17,84	-	-	28,69	9,05	12,71
Estragol	-	-	2,34	-	-	-
Eucaliptol	4,22	1,93	0,49	-	-	7,66
γ -cadinene	4,04	-	-	-	-	-
γ -elemene	-	-	-	-	8,03	-
Metileugenol	-	59,75	-	-	18,94	-
p-cymen-8-ol	13,87	-	-	-	-	-

Cb: *Croton blanchetianus*, Cn: *Croton nepetifolius*, Cz: *Croton zehntneri*

na estação seca. No *C. nepetifolius*, o cariofileno encontra-se a 7,10% na estação chuvosa, enquanto na estação seca encontra-se a 14,05%.

Estudos realizados por Gobbo-Neto & Lopes (2007) mostram que praticamente todos os constituintes de óleos essenciais sofrem variações devido à sazonalidade. A planta não se comporta da mesma maneira durante todo o ano, tendo variações qualitativas e quantitativas. Fatores externos, como temperatura, pluviosidade, vento, solo, latitude, altitude e época estacional, interferem, de forma significativa, na elaboração desses compostos (Pinto & Bertolucci 2002), corroborando assim com os resultados deste trabalho. O ciclo circadiano e a sazonalidade influenciaram o rendimento de óleo essencial apenas do *C. zehntneri*, indicando a colheita às 12 horas e na estação seca, como a de maior rendimento. A composição química dos óleos essenciais de *C. blanchetianus*, *C. nepetifolius* e *C. zehntneri* sofreram influências do ciclo circadiano e da sazonalidade, constatando-se a variação na percentagem dos constituintes em horário e estação específicos, podendo até mesmo estar ausente.

REFERÊNCIAS

- Adams, R.P. 2006. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream. 455p.
- Ahad, A., Agil, M. & Ali, A. 2016. The application of anethole, menthone, and eugenol in transdermal penetration of valsartan: Enhancement and mechanistic investigation. *Pharmaceutical Biology* 54(6):1042-1051.
- Andrade, T.C.B., Morais, R., De Lima, S.G. & Freitas, R.M. 2013. Análise dos constituintes químicos do óleo essencial de *Croton zehntneri* Pax et Hoffm. Dissertação 83 f., Universidade Federal do Piauí, Piauí.
- Andrade, L.A., Pereira, I.M. & Leite, U.T. 2005. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. *Cerne* 11(3):253-260.
- Apel, M.A., Sobral, M. & Henriques, A.T. 2006. Composição química do óleo volátil de *Myrcianthes* nativas da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16:402-407.
- Asano, T., Aida, S., Suemasu, S. & Mizushima, T. 2016. Anethole restores delayed gastric emptying and impaired gastric accommodation in rodents. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 472(1):125-130.
- Asekun, O.T., Grierson, D.S. & Afolayan, A.J. 2006. Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. capensis. *Food Chemistry* 101:995-998.
- Bezerra, A.M.E., Medeiros-Filho, S., Oliveira, L.D.M. & Silveira, E.R. 2008. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. *Horticultura Brasileira* 26(1):26-29.
- Bizzo, H.R., Hovell, A.M.C. & Rezende, C.M. 2009. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova* 32(3):588-594.
- Botrel, P.P., Pinto, J.E.B., Ferraz, B., Bertolucci, S.K.V. & Figueiredo, S.V. 2010. Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis marruboides* EpL. Lamiaceae em função da sazonalidade. *Acta Scientiarum Agronomy* 32(3):533-538.
- Carvalho-Filho, J.L.S., Blank, A.F., Alves, P.B., Ehlert, P.A.D., Melo, A.S., Cavalcanti, S.C.H., Arrigoni-Blank, M.F. & Silva-Mann, R. 2006. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16:24-30.
- Castro, D.M., Ming, L.C. & Marques, M.O.M. 2002. Composição fitoquímica dos óleos essenciais de folhas da *Lippia alba* (Mill). NE Br. em diferentes épocas de colheita e partes do ramo. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 4(2):75-79.
- Chagas, J.H., Pinto, J.E.B.P., Bertolucci, S.K.V. & Santos, F.M. 2011. Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função da idade e época de colheita em plantas de hortelã-japonesa. *Acta Scientiarum Agronomy* 33(2):327-334.
- Chaves, S.A.M. & Reinhard, K.J. 2003. Palespharmacology and pollen: theory, method and application. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98(Suppl.1):207-211.
- Craveiro, A.A., Fernandes, A.G., Andrade, C.H.S., Matos, F.J.A. & Alencar, J.W. 1977. Óleos essenciais de canelas silvestres regionais. *Ciência e Cultura* 29:445.
- Craveiro, A.A., Rodrigues, A.S., Andrade, C.H.S., Matos, F.J.A., Alencar, J.W. & Machado, M.I.L. 1981. Volatile constituents of Brazilian Euphorbiaceae. Genus *Croton*. *Journal of Natural Products* 44(5):602-608.
- Cruz, M.C.S., Santos, P.O., Barbosa-Junior, A.M., Melo, D.L.F.M., Alviano, C.S., Antonioli, A.R., Alviano, D.S. & Trindade, R.C. 2007. Antifungal activity of Brazilian medicinal plants involved in popular treatment of mycoses. *Journal Ethnopharmacol* 111(2):409-412.
- Duarte, M.C.T., Figueira, G.M., Sartoratto, A., Rehder, V.L.G. & Delarmelina, C. 2005. Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. *Journal Ethnopharmacol* 97:305-311.
- Fontenelle, R.O., Morais, S.M., Brito, E.H., Brillhante, R.S., Cordeiro, A., Nascimento, N.R., Kerntopf, M.R., Sidrim, J.J. & Rocha, M.F. 2008. Antifungal activity of essential oils of *Croton* species from the Brazilian Caatinga biome. *Journal of Applied Microbiology* 104(5):1383-1390.
- Franco, E.A.P.A. & Barros, R.F.M. 2006. Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 8(3):78-88.
- Franco, J., Nakashima, T., Franco, L. & Boller, C. 2005. Composição química e atividade antimicrobiana in vitro do óleo essencial de *Eucalyptus cinerea* F. Mull. ex Benth., Myrtaceae, extraído em diferentes intervalos de tempo. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 15:191-194.
- Gariglio, M.A., Sampaio, E.V.S.B., Cestaro, L.A. & Cageyama, P.Y. 2010. Uso Sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília. 369 p.
- Gobbo-Neto, L. & Lopes, N.P. 2007. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova* 30(2):374-381.
- Groh, I.A., Rudakovski, O., Gründken, M., Schroeter, A., Marko, D. & Esselen, M. 2015. Methyleugenol and oxidative metabolites induce DNA damage and interact with human topoisomerases. *Archives of Toxicology* 5(1):1-15.
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará- IPECE. 2014a. Perfil básico municipal 2014: Fortaleza. Secretaria de Planejamento, Fortaleza. 18 p.
- _____. 2014b. Perfil básico municipal 2014: Viçosa do Ceará. Secretaria de Planejamento, Fortaleza. 18 p.
- Juergens, U.R., Dethlefsen, U., Steinkamp, G., Gillissen, A., Reppes, R. & Vetter, H. 2003. Anti-inflammatory activity of 1,8 cineol (Eucalyptol) in bronchial asthma a double-blind placebo-controlled trial. *Respiratory medicine* 97(3):250-260.
- Lorenzi, H. & Mattos, F.J.A. 2008. Plantas Mediciniais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo. 544p.
- Morais, L.A.S. 2009. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira* 27(2): 4050-4063.
- Oliveira, C.L. 2009. Caracterização da morfoanatomia foliar de quatro espécies de *Croton* da Caatinga cultivadas em viveiro. 2009. Monografia 58f., Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza.
- Oliveira, R.N., Dias, I.J.M. & Câmara, C.A.G. 2005. Estudo comparativo do óleo essencial de *Eugenia punicifolia* (HBK) DC. de diferentes localidades de Pernambuco. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 15:39-43.
- Paduch, R., Kandefers-Szerszen, M., Trytek, M. & Fiedureck, J. 2007. Terpenes: substances useful in human healthcare. *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis* 55(5):315-327.
- Pinto, J. E. B. P., Bertolucci, S. K. V. 2002 Cultivo e processamento de plantas medicinais. Lavras: UFLA/Faepe.

- Ponte, E.L. 2009. Efeito anti-inflamatório do óleo essencial de *Croton zehntneri* Pax Et Hofimm e do Anetol. Dissertação 90 f., Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Potzernheim, M.C.L., Bizzo, H.R. & Vieira, R.F. 2006. Análise dos óleos essenciais de três espécies de Piper coletadas na região do Distrito Federal (Cerrado) e comparação com óleos de plantas procedentes da região de Paraty, RJ (Mata Atlântica). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16:246-251.
- Pyun, M.S. & Shin, S. 2006. Antifungal effects of the volatile oils from *Allium* plants against *Trichophyton* species and synergism of the oils with ketoconazole. *Phytomedicine* 13:394-400.
- Rolland, F., Baena-Gonzales, E. & Sheen, J. 2006. Sugar sensing and signaling in plants: conserved and novel mechanisms. *Annual Review of Plant Biology* 57:676-709.
- Santos, F.A. & Rao, V.S.N. 2000. Antiinflammatory and antinociceptive effects of 1,8-cineole a terpenoid oxide present in many plant essential oils. *Phytoterapy Research* 14(4):240-244.
- Santos, H.S., Mesquita, F.M.R., Lemos, T.L.G., Monte, F.J.Q. & Braz-Filho, R. 2008. Diterpenoscasbanos e acetofenonas de *Croton nepetifolius* (Euphorbiaceae). *Química Nova* 31(3):601-604.
- Sefidkon, F., Abbasi, K., Jamzad, Z. & Ahmadi, S. 2007. The effect of distillation methods an stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja rechingeri* Jamzad. *Food Chemistry* 100:1054-1058.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2013. *Fisiologia vegetal*. Artmed, Porto Alegre. 820 p.
- Taveira, F.S.N., Lima W.N., Andrade, E.H.A. & Maia, J.G.S. 2003. Seasonal essential oil variation of Anibacanelilla. *Biochemical Systematics and Ecology* 31(1):69-75.
- Telci, I., Bayram, E., Yilmaz, G. & Avci, B. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology* 34:489-497.
- Tonini, P.P., Purgato, E. & Buckeridge, M.S. 2010. Effects of abscisic acid, ethylene and sugars on the mobilization of storage proteins and carbohydrates in seeds of the tropical tree *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Leguminosae). *Annals of botany* 106:607-616.
- Trentini, A.M.M. & Teske, M. 2001. *Herbarium compêndio de fitoterapia*. Herbarium Laboratório Botânico, Curitiba. 370 p.
- Tzakou, O. & Skaltsa, H. 2003. Composition and bacterial activity of the essential oil of *Satureja parnassica* subsp. *parnassica*. *Planta medica* 69(3):282-284.
- Zahid, M.S., Awasthi, S.P., Asakura, M., Chatterjee, S., Hinenoya, A., Faruque, S.M. & Yamasaki, S. 2015. Suppression of Virulence of Toxigenic *Vibrio cholerae* by Anethole through the Cyclic AMP (cAMP)-cAMP Receptor Protein Signaling System. *Plos one* 10(9):1371-1375.