








Avaliação da atividade antimicrobiana de formulações farmacêuticas contendo extrato etanólico da casca da banana (*Musa paradisiaca*)

Roxana Costa Nóbrega Acioli¹, Edeltrudes De Oliveira Lima², Pablo Queiroz Lopes², Wiliana Alves Vitorino Da Silva³, Magda Rhayanny Assunção Ferreira³, Luiz Alberto Lira Soares³, Elquio Eleamen Oliveira¹

¹Universidade Estadual da Paraíba, Laboratório de Síntese e Vetorização de Moléculas, Rua Horácio Trajano de Oliveira, S/N, Cristo Redentor, João Pessoa, PB, Brasil, 58071-160. ²Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Ciências Farmacêuticas, Castelo Branco, S/N, João Pessoa, PB, Brasil, 58051-900. ³Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Farmácia, Av. Arthur de Sá S/N, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil, 50740-520. *Autor para correspondência: elquioeleamen@yahoo.com.br

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo obter extratos etanólicos de cascas de *Musa paradisiaca* (provenientes de colheita e descarte) e incorporá-los em formulações galênicas para avaliar sua atividade antimicrobiana. Foi realizado um estudo fitoquímico por cromatografia em camada delgada (CCD) dos extratos preparados por maceração ou turbólise. Os extratos e formulações obtidos foram avaliados quanto a sua ação antimicrobiana frente as estirpes de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*; *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Trichophyton mentagrophytes* e *Microsporum gypseum* pela técnica de microdiluição para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM). O estudo fitoquímico evidenciou a presença de flavonoides, derivados cinâmicos, terpenos e esteroides em todos os extratos analisados. Quanto a atividade antimicrobiana, todos os extratos apresentaram uma moderada atividade antibacteriana frente as cepas avaliadas (CIM entre 512 e 1024 µg/ml) e uma atividade antifúngica com CIM variando de 256 a 1024 µg/ml. Porém, das 16 formulações obtidas neste trabalho, apenas 3 apresentaram atividade antifúngica e nenhuma formulação apresentou atividade antibacteriana. Esses resultados demonstram o potencial antimicrobiano dos extratos de *M. paradisiaca* e podem fornecer suporte para estudos futuros visando a obtenção de uma formulação farmacêutica a base de extrato de *M. paradisiaca*.

Palavras-Chave: atividade antibacteriana, atividade antifúngica, medicamento fitoterápico, planta medicinal.

ABSTRACT: Evaluation of the antimicrobial activity of pharmaceutical formulations containing ethanolic extract of the banana peel (*Musa paradisiaca*). The objective of this work was to obtain ethanolic extracts of *Musa paradisiaca* peels (from the harvest and discard) and incorporate them in pharmaceutical formulations to evaluate the antimicrobial activity. A phytochemical screening was performed by thin layer chromatography (CCD) of the extracts prepared by maceration or turbolysis. The extracts and formulations obtained were evaluated for their antimicrobial activity against strains of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*; *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Trichophyton mentagrophytes* and *Microsporum gypseum* by the microdilution technique to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC). The phytochemical study showed the presence of flavonoids, cinnamic derivatives, terpenes, and steroids in all extracts analysed. Regarding the antimicrobial activity, all the extracts presented a moderate antibacterial activity against the strains evaluated (MIC between 512 and 1024 µg/ml) and an antifungal activity with MIC ranging from 256 to 1024 µg/ml. Nevertheless, only 3 formulations presented antifungal activity from the 16 formulations obtained in this study. Furthermore, no formulation showed antibacterial activity. These results demonstrate the antimicrobial potential of the extracts of *M. paradisiaca* and may provide support for future studies aimed at obtaining a pharmaceutical formulation based on the extract of *M. paradisiaca*.

Key Words: antibacterial activity, antifungal activity, herbal medicine, medicinal plant.

INTRODUÇÃO

A *Musa paradisiaca* pertencente à família Musaceae e o gênero *Musa*, popularmente conhecida como “banana”, é uma planta amplamente cultivada em muitas regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo (Oliveira et al. 2008).

Alguns estudos têm evidenciado várias atividades biológicas das cascas de *M. paradisiaca*: antiulcerogênica, antioxidante, antimicrobiana, leishmanicida, demonstrando assim seu potencial medicinal (Pannangpetch et al. 2001; Eleazu et al. 2010; Karadi et al. 2011; Silva et al. 2014). Os compostos químicos identificados no extrato da casca de *Musa paradisiaca* descritos na literatura incluem compostos fenólicos, antocianinas, alcaloides, fitoesteóides e flavonoides, (Oliveira 2007; Iman e Akter 2011; Kappel et al. 2013).

Apesar de vários relatos na literatura sobre a atividade farmacológica das cascas de *M. paradisiaca*, na maioria das vezes, o destino deste material é o descarte, o que leva a graves problemas ambientais, como produção de gás metano, geração de chorume e proliferação de animais vetores de doenças (Zhang et al. 2005). Além disso, estudos de uma formulação contendo os extratos de cascas de *M. paradisiaca* para o desenvolvimento de um novo medicamento no mercado não foram encontrados na literatura.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo principal obter extratos de cascas de banana (*Musa paradisiaca*) de descarte comercial e da colheita e incorporá-los em uma formulação farmacêutica para avaliar a atividade antimicrobiana.

MATERIAL E MÉTODOS

Material Vegetal

A coleta das cascas de *Musa paradisiaca* foi realizada em estabelecimento comercial, como também, diretamente no plantio, no mês de dezembro de 2016, no município de Campina Grande/PB.

O material coletado foi identificado pelo professor José Iranildo de Miranda Melo, no Herbário Manoel Arruda Câmara – ACAM, na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, exsicata número 241.

O material foi seco em estufa de circulação

fechada de ar (B2C, De Leo) a 40 °C durante 48 h. Em seguida, o material foi triturado e posteriormente utilizado para o preparo dos extratos.

Métodos de Extração

Foram preparados quatro extratos das cascas de *Musa paradisiaca*, E1 a E4 (Tabela 1), utilizando dois métodos de extração:

Maceração

O material foi submetido ao processo de maceração por sete dias (Silva, 2014) à temperatura ambiente ($T=25\pm 3$ °C), utilizando como solvente etanol a 70% em água (v/v). Em seguida, os extratos foram filtrados com papel de filtro e o solvente orgânico removido no evaporador rotativo (modelo RV10 Basic, IKA®) a temperatura de 40 °C.

Turbólise

As cascas foram submetidas ao processo de turbólise utilizando como líquido extrator etanol a 70% em água (v/v) por um período de 30 min com intervalos a cada 10 min para resfriamento do sistema. Posteriormente a solução obtida foi filtrada e o solvente foi removido em evaporador rotativo (modelo RV10 Basic, IKA®) à temperatura de 40 °C.

Preparação das Formulações

Foram preparadas as bases de creme não iônico e gel de natrosol conforme preconizado pelo Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira (Tabela 2) (Brasil 2012). Nas formulações foram incorporados 5% e 10% de extrato etanólico da casca da banana.

As formulações utilizadas estão descritas a seguir:

Creme não iônico: polawax (14%), propilparabeno (0,05%), lanolina etoxilada 50% (3%), metilparabeno (0,15%), glicerina (4%), água destilada (q.s.p. 250 g). Modo de preparo: Aqueceu-se a fase aquosa a 80 °C e a fase oleosa a 75 °C. Em seguida, verteu-se a fase aquosa sobre a fase oleosa e agitou-se vigorosamente em banho-maria a 80 °C durante 10 min.

Gel de natrosol: metilparabeno (0,2%), hidroxietilcelulose (2,2%), imidazolidinil uréia (0,1%), água destilada (q.s.p. 250 g). Modo de preparo:

TABELA 1. Extratos etanólicos obtidos por maceração e turbólise.

Amostras	Técnica de Extração	Material
E1	Maceração	Cascas secas (descarte)
E2	Turbólise	Cascas secas (descarte)
E3	Maceração	Cascas secas (colheita)
E4	Turbólise	Cascas secas (colheita)

Dissolveu-se o metilparabeno em água aquecida a 70 °C. Adicionou-se hidroxietilcelulose, com agitação lenta e constante, até completa dissolução. Resfriou-se a 40 °C. Por fim, adicionou-se o imidazolidinil uréia previamente solubilizado em pequena quantidade de água.

Análise por Cromatografia em Camada Delgada

Uma alíquota de 1 ml de cada amostra foi levada a banho maria para total evaporação. Em seguida, foram reconstituídas em metanol para aplicação. As amostras e os padrões foram aplicados em placas cromatográficas de sílica gel 60 - F₂₅₄ (Macherey-Nagel®), com auxílio de aplicador semiautomático (Linomat V, Camag®). As placas foram desenvolvidas em cubas após saturação com a fase móvel. A cuba foi saturada durante 15 min, aproximadamente, à temperatura ambiente. As bandas foram aplicadas com largura de 1 cm e com uma distância entre elas e das bordas das placas de 0,5 cm. O tamanho da largura e do comprimento das placas cromatográficas foi de 8 e 10 cm, respectivamente. As amostras foram aplicadas a 1 cm da origem e com término 1 cm do final da placa. Após a eluição das placas, elas foram secas à temperatura ambiente, e observadas em 254 e 365 nm. Na sequência foram reveladas com reagentes

específicos para cada metabólito (Tabela 3). As imagens foram adquiridas utilizando um sistema de imagem (Modelo 125, MultiDoc-It®), com o software UVP® e câmera digital (Rebel T3, EOS 1100 D, Canon®). As bandas obtidas foram comparadas às bandas dos padrões correspondentes.

Avaliação *in vitro* da atividade antimicrobiana

Para a avaliação da atividade biológica dos extratos das cascas de banana e das formulações (Tabelas 1 e 2), os mesmos foram testados na concentração de 32 até 1024 µg/ml. A atividade antimicrobiana dos extratos e das formulações foi avaliada pela determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) (Ostrosky et al. 2008).

Os ensaios de atividade antifúngica foram realizados em Caldo Sabouraud Dextrose–CSD para leveduras e em RPMI 1640 (Acumedia); e Caldo Nutriente-CN para bactérias (Difco Laboratories). Os meios foram preparados e usados conforme as instruções do fabricante.

Microorganismos

Nos ensaios para avaliação da atividade biológica dos produtos, foram incluídas as cepas: **Bactérias:** *Staphylococcus aureus* ATCC-25923, *S. aureus* LM-177, *S. epidermidis* ATCC-12228,

TABELA 2. Formulações submetidas à avaliação da atividade antimicrobiana pela técnica de Microdiluição.

Formulação	Base galênica	% do extrato	Método extrativo	Cascas secas <i>M. paradisiaca</i>
F1	Creme não iônico	5%	Turbólise	(Descarte)
F2	Creme não iônico	10%	Turbólise	(Descarte)
F3	Creme não iônico	5%	Turbólise	(Colheita)
F4	Creme não iônico	10%	Turbólise	(Colheita)
F5	Creme não iônico	5%	Maceração	(Descarte)
F6	Creme não iônico	10%	Maceração	(Descarte)
F7	Creme não iônico	5%	Maceração	(Colheita)
F8	Creme não iônico	10%	Maceração	(Colheita)
F9	Gel natrosol	5%	Turbólise	(Descarte)
F10	Gel natrosol	10%	Turbólise	(Descarte)
F11	Gel natrosol	5%	Turbólise	(Colheita)
F12	Gel natrosol	10%	Turbólise	(Colheita)
F13	Gel natrosol	5%	Maceração	(Descarte)
F14	Gel natrosol	10%	Maceração	(Descarte)
F15	Gel natrosol	5%	Maceração	(Colheita)
F16	Gel natrosol	10%	Maceração	(Colheita)

Pseudomonas aeruginosa ATCC- 25853; *P. aeruginosa* P-03, *Escherichia coli* ATCC- 10436 e *Escherichia Coli* EC-12; **Leveduras:** *Candida albicans* ATCC-76645, *C. albicans* LM-120, *C. albicans* LM-111, *Candida tropicalis* ATCC-13803, *C. tropicalis* LM-64, *C. tropicalis* LM-7, *C. krusei* LM-978, *C. krusei* LM-08; **Fungos filamentosos:** *Trichophyton mentagrophytes* LM-02, *Microsporum gypseum* LM-189.

As cepas foram adquiridas no Instituto Adolfo Lutz de São Paulo, Laboratório de Micologia e de Microbiologia do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal da Paraíba.

A suspensão dos micro-organismos foi preparada conforme o tubo 0.5 da Escala McFarland, ajustada através de leitura espectrofotométrica (Leitz-Photometer 340-800), para 90% T (530 nm), correspondendo, aproximadamente, a 10^6 UFC/ml.

Determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM)

A determinação da CIM dos produtos foi realizada pela técnica de microdiluição, utilizando placas contendo 96 cavidades com fundo em forma de “U” e em duplicata. Em cada orifício da placa, foram adicionados 100 µl do CN (bactérias) e meio líquido RPMI (leveduras). Em seguida, 100 µl do produto solubilizado foram dispensados nas cavidades da primeira linha da placa. Por meio de uma diluição seriada a uma razão de dois, foram obtidas concentrações de 32 µg/ml até 1024 µg/ml. Por fim, foram adicionados 10 µl do inoculo de cada micro-organismo nas cavidades, onde cada coluna da placa referiu-se, especificamente, a uma cepa.

Foi feito controle de crescimento do micro-organismo no meio de cultura; com cloranfenicol (100 µg/ml) para bactérias, nistatina (100 UI) para leveduras e fluconazol (50 µg/ml) para fungos filamentosos. As placas foram seladas e incubadas a 35 °C / 24 – 72 h para os ensaios com bactérias e leveduras e a temperatura ambiente (28-30 °C) para

fungos filamentosos. Os ensaios foram realizados em duplicata.

A atividade antimicrobiana dos produtos foi interpretada e considerada ativa ou não, conforme os seguintes critérios: 50-500 µg/ml= forte/ótima atividade; 500-1500 µg/ml= moderada atividade; >acima de 1500 µg/ml= fraca atividade ou produto inativo (Sartoratto et al. 2004; Houghton et al. 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho permitiu o preparo e caracterização de extratos etanólicos da casca de *Musa paradisiaca*. Na tabela 3 encontram-se as classes de metabólitos encontradas nos extratos de *M. paradisiaca*. De acordo com a análise por CCD, flavonoides e derivados cinâmicos foram evidenciados em todas as amostras de extrato avaliadas (E1 a E4). Além disso, a banda correspondente ao padrão de flavonoides nas amostras apresentou o mesmo valor de Rf da banda referente ao padrão rutina utilizado (Rf = 0,15), confirmando a presença de flavonoides nos extratos obtidos como previamente descrito por Pothavorn et al. (2010) e Kappel et al. (2013).

Após revelação com Lieberman Burchard e observação sob luz UV 365 nm, através da formação de bandas de coloração azuladas também foi possível verificar em todas as amostras a presença de terpenos/esteroides. Além disso, uma das bandas é igual em cor e valor de Rf a do padrão utilizado β-sitosterol (0,33), sugerindo a presença deste metabólito. Knapp & Nicholas (1969), Emaga et al. (2007), Oliveira et al. (2008), Accioly (2009) citam entre os principais compostos presentes em *Musa* spp., os esteróis e triterpenos, sendo o β-sitosterol também encontrado na casca de *Musa* spp. (Imam & Akter 2011). Por fim, foi possível verificar a ausência de taninos hidrolisáveis e taninos condensados em todas as amostras.

Mediante análise dos resultados da

TABELA 3. Classe de metabólitos, padrões, sistemas e reveladores analisados.

Classe de metabólito	Padrão	Sistema	Reveladores	Resultado
Flavonoides	Rutina	90:5:5	NEU-PEG	Positivo
	Quercetina			
Derivados cinâmicos	Ácido cafeico	90:5:5	NEU-PEG	Positivo
	Ácido clorogênico			
Taninos hidrolisáveis	Ácido gálico	90:5:5	Cloreto férrico	Negativo
Taninos condensados	Catequina	90:5:5	Vanilina clorídrica	Negativo
Terpenos e Esteroides	β-sitosterol	70:30	Lieberman Burchard	Positivo

Sistemas (v/v): 90:5: 5 – Acetato de etila: ácido fórmico: água. 70:30 – Tolueno: acetato de etila.

avaliação da atividade antimicrobiana “*in vitro*” dos extratos etanólicos das cascas de *Musa paradisiaca* pelo método da microdiluição, observou-se que os extratos apresentaram atividade inibitória frente às cepas bacterianas (Tabela 4) com CIM de 512 a 1024 µg/ml e frente às cepas fúngicas com valores de CIM de 256 a 1024 µg/ml (Tabela 5).

Considerou-se que os extratos do macerado das cascas de *M. paradisiaca* do descarte (E1) não apresentaram redução de atividade antimicrobiana frente aos extratos das cascas da colheita (E2), pois foram capazes de inibir 50% das cepas bacterianas com CIM de 512 µg/ml. No entanto, o extrato das cascas da colheita de *M. paradisiaca* obtido por turbólise (E4) inibiu 75% das cepas com CIM de 512 µg/ml, mostrando a melhor atividade inibitória frente as cepas bacterianas do estudo.

A atividade antimicrobiana de extratos vegetais pode estar relacionada à presença de flavonoides e terpenos. Segundo descrição de Arrais et al. (2014) e Cushnie & Lamb (2005; 2011), a presença destes compostos contribui com a atividade antimicrobiana em uma ampla variedade de micro-organismos. Souza (2009) descreve que a atividade antimicrobiana dos flavonoides é decorrente da desestruturação da membrana celular e consequentemente destruição da célula bacteriana.

Observamos que dependendo da técnica de extração, a atividade antimicrobiana do extrato foi afetada. Oliveira et al. (2016) demonstraram esta correlação quando citam que o teor de metabólitos presentes pode ser diretamente afetado pelas

técnicas de extração como também pela natureza do solvente extrator, podendo interferir nas atividades biológicas e farmacológicas.

Com relação a fonte vegetal: colheita ou descarte, também foi possível observar uma influência da técnica de extração. Os extratos obtidos pela técnica de maceração apresentaram uma atividade antibacteriana superior com material vegetal de descarte em relação ao material vegetal da colheita. Por outro lado, os extratos obtidos a partir de material de colheita apresentaram uma melhor atividade antibacteriana frente aos extratos obtidos de material de descarte pela técnica de turbólise.

De acordo com os resultados da atividade antimicrobiana frente às cepas fúngicas, os extratos obtidos por maceração das cascas de *M. paradisiaca* foram capazes de inibir o crescimento de todos os micro-organismos estudados. Ademais, E1 foi capaz de inibir o crescimento de 66,7% das cepas fúngicas estudadas com CIM de 256 µg/ml, corroborando com estudo de Karadi et al. (2011) no qual extratos secos das cascas de *M. paradisiaca*, obtidos por soxhlet com diclorometano:etanol (1:1), mostraram potencial ação inibidora contra cepas fúngicas.

Verificou-se que o extrato (E4) apresentou melhor atividade inibitória frente às cepas bacterianas utilizadas no estudo, porém não se mostrou tão eficaz contra as cepas fúngicas, inibindo apenas 44% destas (*Candida tropicalis* ATCC-13803, *C. tropicalis* LM-64, *Trichophyton mentagrophytes* LM-02, *Microsporum gypseum* LM-189).

No estudo realizado por Ighodaro (2012), a

TABELA 4. Resultados da avaliação da CIM (µg/ml) dos quatros extratos etanólicos das cascas de *M. paradisiaca* sobre bactérias - Técnica de microdiluição.

	<i>S. aureus</i> ATCC- 25923	<i>S. aureus</i> L M-177	<i>S.</i> <i>epidermidis</i> ATCC- 12228	<i>P.</i> <i>aeruginosa</i> ATCC- 25923	<i>P.</i> <i>aeruginosa</i> P-03	<i>B.</i> <i>subtillis</i> ATCC- 6633	<i>E. coli</i> ATCC- 10436	<i>E. Coli</i> EC-12
E1	512	512	512	1024	1024	512	1024	1024
E2	512	512	512	1024	1024	1024	1024	1024
E3	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024
E4	512	512	512	1024	1024	512	512	512
Controle do meio	-	-	-	-	-	-	-	-
Controle da bactéria	+	+	+	+	+	+	+	+
Cloranfenicol/ 100 µg/ml	-	-	-	+	-	-	-	+

E1=maceração/descarte; E2=turbólise/descarte; E3=maceração/colheita; E4=turbólise/colheita (+): Crescimento do micro-organismo (-): Ausência de crescimento do micro-organismo.

presença de atividade antibacteriana do extrato de cascas maduras e não maduras de *M. paradisiaca* sobre cepas clínicas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Proteus mirabilis*, sugere que o mesmo teria melhores propriedades antibacterianas do que antifúngicas, no entanto a preparação do extrato foi por maceração a frio, não podendo confirmar o resultado obtido com E4, por terem sido utilizadas técnicas extrativas diferentes, o que pode afetar os resultados da atividade biológica do extrato.

O extrato da casca de *M. paradisiaca* do descarte obtido por maceração (E1) apresentou um maior espectro de ação em relação aos extratos da casca de *M. paradisiaca* da colheita, pois conseguiu inibir tanto cepas bacterianas como fúngicas.

Com relação a incorporação dos extratos nas formulações, foi possível obter as 16 formulações sem observar alterações nas características organolépticas e físico-químicas dos produtos, com exceção da alteração da cor, onde as formulações com 10% de extrato apresentaram cor levemente amarela. As bases utilizadas neste presente estudo foram escolhidas em função da boa espalhabilidade, boa permeação de ativos e baixa oleosidade (Casteli et al. 2008).

Referente à atividade antimicrobiana das formulações testadas (ver Tabela 6), apenas F3, F9 e F11 foram capazes de inibir o crescimento das

cepas leveduriformes com CIM entre 512 e 1024 µg/ml. F3 e F11 inibiram 60% das cepas fúngicas do estudo, enquanto a F9 inibiu 80%. Porém, nenhuma formulação mostrou resultado satisfatório contra as cepas bacterianas.

As 3 formulações que apresentaram atividade antimicrobiana foram incorporadas com extratos obtidos pela técnica de turbólise, sendo uma formulação de creme não iônico (F3) e duas de gel de natrosol (F9 e F11). Diferentemente dos resultados observados na avaliação dos extratos de *M. paradisiaca*, as formulações contendo os extratos obtidos por maceração não apresentaram atividade antimicrobiana.

Podemos inferir que os excipientes da formulação podem ter interagido com os ativos presentes no extrato, ocasionando assim, a inativação das formulações com atividade antimicrobiana frente às cepas estudadas (Bittencourt et al. 2014).

CONCLUSÃO

O presente trabalho contribuiu para a ampliação dos conhecimentos sob o perfil fitoquímico e da atividade antimicrobiana de extratos etanólicos de cascas de *M. paradisiaca* oriundas da colheita e descarte no município de Campina Grande-PB. Pode-se concluir que os extratos de *M. paradisiaca* obtidos neste estudo apresentaram atividade

TABELA 5. Resultados da avaliação da CIM (µg/ml) dos quatros extratos etanólicos das cascas de *M. paradisiaca* sobre fungos leveduriformes e filamentosos- Técnica de microdiluição.

Extratos (µg/ml) / Microorganismos	C.	C.	C.	C.	C.	C.	C.	T.	M.
	<i>albicans</i> ATCC- 76645	<i>tropicalis</i> LM-7	<i>tropicalis</i> ATCC- 13803	<i>tropicalis</i> LM-64	<i>tropicalis</i> LM-7	<i>krusei</i> LM-978	<i>krusei</i> LM-08	<i>mentagrophytes</i> LM-02	<i>gypseum</i> LM-189
E1	256	256	256	256	256	256	512	1024	1024
E2	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	512	512
E3	512	512	1024	1024	+	+	1024	512	512
E4	+	+	1024	1024	+	+	+	512	512
Controle do meio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Controle fungos	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nistatina/ 100 UI/ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluconazol/ 50 µg/ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-

E1=maceração/descarte; E2=turbólise/descarte; E3=maceração/colheita; E4=turbólise/colheita. (+): Crescimento do micro-organismo (-): Ausência de crescimento do micro-organismo

TABELA 6. Resultados da avaliação da CIM ($\mu\text{g/ml}$) das dezesseis formulações com os extratos de *M. paradisiaca*- sobre fungos leveduriformes e filamentosos, técnica de microdiluição.

Formulações/ Micro-organismos	C. <i>albicans</i> ATCC- 76645	C. <i>albicans</i> LM-120	C. <i>tropicalis</i> LM-7	C. <i>tropicalis</i> ATCC- 13803	C. <i>tropicalis</i> LM-64	C. <i>tropicalis</i> LM-7	C. <i>krusei</i> LM-978	C. <i>krusei</i> LM- 08	T. <i>mentagrophytes</i> LM-02	M. <i>gypseum</i> LM-189
F1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F3	1024	1024	+	+	1024	1024	1024	1024	+	+
F4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F9	1024	1024	1024	512	512	512	512	512	+	+
F10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F11	512	512	512	1024	1024	1024	+	+	+	+
F12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
F16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Controle do meio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Controle fungos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nistatina/ 100 UI/ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluconazol/ 50 $\mu\text{g/ml}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(+): Crescimento do micro-organismo (-): Ausência de crescimento do micro-organismo

antimicrobiana como descritos em trabalhos anteriores, com destaque para o extrato obtido por turbólise utilizando material da colheita e o extrato obtido por maceração utilizando material de descarte. Porém, quando estes extratos foram incorporados às formulações, ocorreu uma redução significativa desta atividade, sugerindo uma possível interação entre os constituintes da formulação e dos extratos. Por fim, este trabalho

pode ser considerado como inicial, onde os dados gerados podem ser utilizados em estudos posteriores para o desenvolvimento de uma nova formulação, em especial utilizando extratos de cascas de *M. paradisiaca* obtidos do resíduo agroindustrial, visando, desta forma, contribuir com a sustentabilidade do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- Accioly MP (2019) Atividade leishmanicida in vitro de frações de *Spondias mombin* e *Musa paradisiaca* sobre *Leishmania chagasi*. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil.
- Arrais LG, Lyra HFS, Batista DCA, Coutinho FN, Saraiva AM, Pereira RCA, Pisciotano MNC, Xavier HS, Melo SJ (2014) Atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da raiz, caule e folhas de *Croton pulegioides* Baill. (Zabelê). *Rev Bras Plantas Med* 16(2):316–322. https://doi.org/10.1590/1983-084X/12_033.
- Bittencourt FO, Padilha FF, Siqueira AL, Dantas CG, Mendonça LS, Araújo YLFM, Araújo ED, Cardoso JC (2014) Avaliação da atividade antifúngica de formulações semi-sólidas contendo extrato hidroalcoólico de própolis vermelha. *Sci Plena* 10(10):1-11. <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1914>.
- Brasil (2012) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Comissão da Farmacopeia. Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira, 2. Ed., 2012. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeiabrasileira/arquivos/2012/FNFB%20_Revisao_2_COFAR_setembro_2012_atual.pdf. Acesso em: 05 jun. 2017.
- Casteli VC, Mendonça CC, Campos MAL, Ferrari M, Machado SRP (2008) Desenvolvimento e estudos de estabilidade preliminares de emulsões O/A contendo cetoconazol 2,0%. *Acta Sci* 30(2):121-128. <https://doi.org/2:121-128>. 10.4025/actascihealthsci.v30i2.812.
- Cushnie TP, Lamb AJ (2005) Antimicrobial activity of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents* 26(5):343–356. <https://doi.org/10.1016/J.IJANTIMICAG.2005.09.002>.
- Cushnie TP, Lamb AJ (2011) Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents* 38(2):99–107. <https://doi.org/10.1016/J.IJANTIMICAG.2011.02.014>.
- Eleazu CO, Okafor PN, Ahamefuna I (2010) Total antioxidant capacity, nutritional composition and inhibitory activity of unripe plantain (*Musa paradisiaca*) on oxidative stress in alloxan induced diabetic rabbits. *Pakistan J Nutr* 9(11):1052–1057. <https://doi.org/10.3923/PJN.2010.1052.1057>.
- Emaga HT, Andrianaivo RH, Wathélet B, Tchango JT, Paquot M (2007) Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chem* 103(2):590–600. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2006.09.006>.
- Houghton PJ, Howes MJ, Lee CC, Steventon G (2007) Uses and abuses of in vitro tests in ethnopharmacology: visualizing an elephant. *J Ethnopharmacol* 110(3):391–400. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2007.01.032>.
- Ighodaro OM (2012) Evaluation study on Nigerian species of *Musa paradisiaca* Peels: phytochemical screening, proximate analysis, mineral composition and antimicrobial activities. *Researcher* 4(8):17-20. <http://www.sciencepub.net/researcher>.
- Imam MZ, Akter S (2011) *Musa paradisiaca* L. and *Musa sapientum* L. : A phytochemical and pharmacological review. *J Appl Pharm Sci* 05:14–20.
- Kanazawa K, Sakakibara H (2000) High content of dopamine, a strong antioxidant, in cavendish banana. *J Agric Food Chem* 48(3):844–848. <https://doi.org/10.1021/JF9909860>.
- Kappel VD, Cazarolli LH, Pereira DF, Postal BG, Madoglio FA, Buss ZS, Reginatto FH, Silva FRMB (2013) Beneficial effects of banana leaves (*Musa x paradisiaca*) on glucose homeostasis: multiple sites of action. *Rev Bras Farmacogn* 23(4):706–715. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000062>.
- Karadi R, Shah A, Parekh P, Azmi P (2011) Antimicrobial activities of *Musa paradisiaca* and *Cocos nucifera*. *Int J Res Pharm Biomed Sci* 2:264–267.
- Knapp FF, Nicholas HJ (1969) The sterols and triterpenes of banana peel. *Phytochemistry* 8(1):207–214. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)85814-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)85814-8).
- Oliveira AB (2007) Microencapsulamento de stigmasterol proveniente de *Musa paradisiaca* L., Musaceae. 2007. 112f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.
- Oliveira L, Freire CS, Silvestre AJ, Cordeiro N (2008) Lipophilic extracts from banana fruit residues: a source of valuable phytochemicals. *J Agric Food Chem* 56(20):9520–9524. <https://doi.org/10.1021/JF801709T>.
- Oliveira VB, Zuchetto M, Oliveira CF, Paula CS, Duarte AFS, Miguel MD, Miguel OG (2016) Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clade-dad de *Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook, Dicksoniaceae. *Rev Bras Plantas Med* 18(1):230–239. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_106.
- Ostrosky EA, Mizumoto MK, Lima MEL, Kaneko TM, Nishikawa SO, Freitas BR (2008) Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) de plantas medicinais. *Rev Bras Farmacogn* 18(2):301–307. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000200026>.
- Pannangpetch P, Vuttivirojana A, Kularbkaew C, Tesana S, Kongyingoes B, Kukongviriyapan V (2001) The antiulcerative effect of Thai *Musa* species in rats. *Phytother Res* 15(5):407–410. <https://doi.org/10.1002/PTR.766>.
- Pothavorn P, Kitdamrongsont K, Swangpol S, Wongniam S, Atawongsa K, Savasti J, Somana J (2010) Sap phytochemical compositions of some bananas in Thailand. *J Agric Food Chem* 58(15):8782–8787. <https://doi.org/10.1021/JF101220K>.
- Sartoratto A, Machado ALM, Delarmelina C, Figueira GM, Duarte MCT, Rehder VLG (2004) Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Brazilian J Microbiol* 35(4):275–280. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822004000300001>.
- Silva AA, Morais SM, Falcão MJ, Vieira IG, Ribeiro LM, Viana SM, Teixeira MJ, Barreto FS, Carvalho CA, Cardoso RP, Andrade-Junior HF (2014) Activity of cycloartane-type triterpenes and sterols isolated from *Musa paradisiaca* fruit peel against *Leishmania infantum* chagasi. *Phytomedicine* 21(11):1419–1423. <https://doi.org/10.1016/J.PHYMED.2014.05.005>.
- Souza AJF (2009) Avaliação dos efeitos antimicrobianos de rutina e quercetina in vitro. 2009. 62f. Dissertação (Mestrado), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil.
- Zhang P, Whistler RL, Bemiller JN, Hamaker BR (2005) Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review. *Carbohydr Polym* 59(4):443–458. <https://doi.org/10.1016/J.CARPOL.2004.10.014>.