



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA – FAMED – UFMS.  
PÓS GRADUAÇÃO EM SAÚDE E DESENVOLVIMENTO NA  
REGIÃO CENTRO OESTE.**



**RAFAELA HENRIQUES ROSA**

**DETERMINAÇÃO DE MACRO E MICROELEMENTOS NA INFLORESCÊNCIA DA  
*Musa paradisiaca* L.: PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL (PANC)**

**CAMPO GRANDE**

**2019**

RAFAELA HENRIQUES ROSA

**DETERMINAÇÃO DE MACRO E MICROELEMENTOS NA INFLORESCÊNCIA DA  
*Musa paradisiaca* L: PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL (PANC)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimentos na Região Centro-Oeste, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Valter Aragão do Nascimento.

CAMPO GRANDE

2019

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Rafaela Henriques Rosa

### **DETERMINAÇÃO DE MACRO E MICROELEMENTOS NA INFLORESCÊNCIA DA *Musa paradisiaca* L: PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL (PANC)**

Dissertação final, apresentado a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Tecnologia pelo programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento do Centro Oeste.

Campo Grande, 22 de fevereiro de 2019.

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Valter Aragão do Nascimento  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

---

Dra<sup>a</sup> Elaine Silva de Pádua  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

---

Prof<sup>a</sup>Dra<sup>a</sup> Fabiane La Flor Z. Sanches  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

## DEDICATÓRIA



Dedico essa conquista aos meus antepassados!

Eu honrarei vocês!

"A maior prova de amor que o ser humano pode dar aos seus antepassados é a  
dedicação."

Meishu Sama

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde, e conduzido meu caminho até chegar aqui!

Agradeço aos meus pais Walkyria e Bibiano por serem minhas referências de família, de amor, de honestidade, de paciência e de perdão, agradeço por ter vocês em minha vida e por estarem sempre comigo, à minha querida irmã Mariana que mesmo de longe sempre se faz presente em nossa família. Agradeço toda a minha família pelos momentos de conforto, carinho e paciência.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste (UFMS) pela oportunidade de realizar este projeto e todos os funcionários sempre dedicados e dispostos a ajudar.

Agradeço ao meu querido orientador Professor Dr. Valter Aragão do Nascimento, um ser humano exemplar, um profissional admirável, obrigada por acreditar em mim, obrigada pelos ensinamentos e por todo seu tempo dedicado às orientações, aprendi muito com o senhor, e queria que soubesse o quanto sou grata por tudo.

Agradeço à minha eterna professora e amiga Dra<sup>a</sup> Ana Lúcia Alves, que me incentivou e abriu as portas para que esse sonho se realizasse obrigada por todos os ensinamentos, conversas e orientações. E também todos os professores que fizeram parte da minha formação.

Agradeço à minha querida amiga Prof<sup>a</sup> Dra<sup>a</sup> Fabiane La Flor Z. Sanches, por participar e compartilhar seus conhecimentos nessa etapa da minha vida. Você é meu exemplo de mulher profissional e minha grande incentivadora.



Agradeço à Dra<sup>a</sup> Elaine Silva de Pádua, por todas as sugestões, contribuições e paciência para o desenvolvimento e a finalização desse trabalho. Tenho um grande carinho e muita admiração pela profissional e mulher que você é.

Agradeço aos meus colegas de mestrado, principalmente ao meu grupo de pesquisa, em especial as minhas nutricionistas Me. Daniela Arakaki e Me. Nayara de Lima que o grupo me presenteou, obrigada por cada minuto de dedicação, ensinamentos, paciência e conversas.

Agradeço à Unigran Capital, pela oportunidade de realização profissional, e em especial minha coordenadora e amiga Prof<sup>a</sup> Me. Edméia Pacheco e todos meus amigos e colegas de trabalho que compreenderam os momentos que estive ausente, me ajudaram e incentivaram para vencer mais esse desafio.

Agradeço aos meus amigos que vivenciaram essa etapa junto comigo e me ajudaram a reabastecer as energias em todos os momentos que precisei momentos que eu achava que não iria conseguir, todos vocês foram importantes nessa caminhada.

E por fim todas as pessoas que fizeram parte da minha história, o meu muito obrigada!



## RESUMO

As plantas alimentícias não convencionais são plantas pouco conhecidas pela população e/ou não são produzidas e nem consumidas. A inflorescência da bananeira conhecida como "coração de banana" ou "umbigo da banana" é uma estrutura complexa que inclui as flores e as brácteas, partes comumente descartada após a colheita da banana. No entanto, dados sobre o valor mineral da inflorescência da bananeira da banana da terra (*Musa paradisiaca* L.- *Musaceae*) são incompletos e escassos. O objetivo deste estudo foi determinar os componentes minerais da inflorescência da *Musa paradisiaca* L. As amostras (flores e brácteas) foram digeridas utilizando equipamento assistido por micro-ondas, e os conteúdos foram determinados por espectroscopia de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES). O teor de 9 elementos (S, Mg, Ca, P, Cr, Ni, Cu, Zn e Fe) foi detectado na inflorescência da bananeira (flores e brácteas) e comparado com as recomendações dietéticas (RDAs), ingestão adequada (AI) e limites permissíveis para plantas comestíveis estabelecidos pela FAO/OMS. O resultado deste estudo indicou que não existe diferença significativa nos teores de Mg, Ni e Cr ( $p > 0,05$ ) entre flores e brácteas. As partes estudadas na inflorescência podem ser uma excelente fonte de Mg, P, Cr, Cu e Zn para homens e mulheres adultos, idosos, crianças (4-8 anos), adolescentes (14-18 anos) e gestantes. As concentrações de Fe encontrada nas flores e brácteas mostraram-se excelentes fontes apenas para homens adultos e idosos. Assim, os dados obtidos podem ser usados como ferramenta para decisão de dosagens seguras de preparados desta planta para fins nutricionais, na elaboração de novos produtos, gerando renda para população regional e buscando inovação como caracterização de minerais de diferentes PANCs.

Palavras-chave: Recomendações Nutricionais. Minerais. Bananeira. Coração da bananeira.

## ABSTRACT

Food plants can not be propagated by the city and / or are neither produced nor consumed. The inflorescence of banana known as "banana heart" or "banana navel" is a complex structure that includes flowers and potatoes, parts commonly used after banana harvesting. However, the minerals of the inflorescence of the banana tree (*Musa paradisiaca L.*- Musaceae) are incomplete and scarce. The present program crowned the mineral components of the inflorescence of *Musa paradisiaca L.* The samples were expanded by inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP OES). ). The content of 9 elements (S, Mg, Ca, P, Cr, Ni, Cu, Zn and Fe) was detected in the banana inflorescence and was observed with dietary (RDAs), adequate suspension (AI) and permissible limits for edible plants established by FAO / WHO. The results of this study were not able to differentiate between Mg, Ni and Cr ( $p > 0.05$ ) between flowers and bracts. The parts studied in the inflorescence can be an excellent source of Mg, P, Cr, Cu and Zn for adult men and women, the elderly, children (4-8 years), adolescents (14-18 years) and pregnant women. The concentrations of Fe found in flowers and in recent weeks are only for adult and elderly men. Thus, the data can be used as a tool to determine the nutrient dosages of the planting process for nutritional purposes, in the elaboration of new products, generating regional variables and searching for new examples of different types of PANCs.

Key words: Nutritional recommendations.Minerals.Banana.Banana heart.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bananeira composta por 1. Tronco, 2. Folhas, 3. Frutas 4. Folhas. ....	22
Figura 2 - a) Bananeira cultivada em quintais/área urbana (b) umbigo da bananeira.....	37
Figura 3 - Umbigo da bananeira, cujas flores e as brácteas foram utilizadas no estudo .....	38
Figura 4 - Local de coleta da amostra, coordenadas geográficas: 20° 26'55.19 "S; 54° 40'24.93" W.....	38
Figura 5 - Etapas (1-4) para a preparação das amostras para a digestão.....	39
Figura 6 - a) Equipamento de microondas Speedwave four®, (b) Tubos de Teflon DAP60+, Tubo Aberto e conexões.....	44
Figura 7 - Equipamento de espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado (ICP OES), ThermoScientific™ iCAP™ 7000 Series ICP-OES.....	47

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Teste 1 - Metodologia do equipamento para o procedimento de digestão de plantas, segundo o fabricante .....	42
Tabela 2 - Teste 2 - Metodologia da otimização realizada a partir do procedimento de digestão de folhas (ROSA, 2017).....	42
Tabela 3 - Teste 3 – Metodologia de otimização realizada para a digestão de flores e brácteas da inflorescência da bananeira: .....	43
Tabela 4 - Condições operacionais ICP-OES .....	45
Tabela 5 - Parâmetros de calibração externa obtidos pelo ICP OES .....	46
Tabela 6 - Determinação de macroelementos e microelementos nas flores e brácteas da inflorescência da bananeira por ICP-OES (média ± desvio padrão) .....	51
Tabela 7 - Comparação de macro e microelementos encontrados em flores e brácteas da inflorescência da bananeira (média ± desvio padrão) com recomendações nutricionais para adultos e idosos.....	54
Tabela 8 - Comparação de macro e microelementos encontrados em flores e brácteas da inflorescência da bananeira (média ± desvio padrão) com recomendações nutricionais para crianças adolescentes e gestantes .....	55

## LISTA DE ABRVIATURAS E SIGLAS

ATP	Adenosina trifosfato
DNA	Ácido desoxirribonucleico,
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
IA	Adequate Intake (Ingestão Adequada)
ICP-OES	Aparelho Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado
OMS	Organização Mundial da Saúde
PANC	Plantas Alimentícias Não Convencionais
RDA	Recommended Dietary Allowances
RNA	Ácido ribonucléico
SISGEN	Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado
Ca	Cálcio
P	Fósforo
Mg	Magnésio
Zn	Zinco
Fe	Ferro
Cu	Cobre
Cr	Cromo
Ni	Níquel
S	Enxofre

## LISTA DE SÍMBOLOS

-	Sinal de Subtração
%	Por cento / porcentagem
'	Minuto (coordenada geográfica)
“	Segundos (coordenada geográfica)
+	Sinal de adição
<	Menor que...
>	Maior que...
®	Marca Registrada
°C	Graus Celsius
°F	Graus Fahrenheit
g	Gramma (unidade de peso)
mg/dia	Miligramma por dia
mg/kg	Miligramma por quilo
mL	Mililitro
°	Grau (coordenada geográfica)
W	West (Oeste)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Plantas alimentícias não convencionais (PANCS) .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b><i>Musa sp</i> – Aspectos gerais .....</b>	<b>20</b>
2.2.1	<i>Inflorescência da bananeira – Aspectos Nutricionais .....</i>	23
<b>2.3</b>	<b>Minerais: Macro e microelementos.....</b>	<b>24</b>
2.3.1	<i>Cálcio (Ca).....</i>	25
2.3.2	<i>Fósforo (P).....</i>	26
2.3.3	<i>Magnésio (Mg).....</i>	28
2.3.4	<i>Zinco (Zn) .....</i>	28
2.3.5	<i>Ferro (Fe) .....</i>	29
2.3.6	<i>Cobre (Cu).....</i>	30
2.3.7	<i>Cromo (Cr).....</i>	31
2.3.8	<i>Níquel (Ni) .....</i>	31
2.3.9	<i>Enxofre (S) .....</i>	32
<b>2.4</b>	<b>Referência de Ingestão Dietética (Dietary Reference Intakes– DRI).....</b>	<b>33</b>
<b>2.5</b>	<b>Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP – OES).....</b>	<b>34</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>36</b>
3.1	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>36</b>
3.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
4.1	<b>Tipo de estudo .....</b>	<b>37</b>
4.2	<b>Coleta e preparo das amostras.....</b>	<b>37</b>
4.3	<b>Otimização da Metodologia de digestão por microondas para decomposição de brácteas e flor da bananeira. ....</b>	<b>39</b>
4.3.1	<i>Pré-preparo de amostras para digestão de microondas:.....</i>	39
4.3.2	<i>Procedimentos para digestão das amostras utilizando o digestor de micro-ondas:...</i>	40
<b>4.4</b>	<b>Digestão por micro-ondas e análise elementar das amostras .....</b>	<b>44</b>
4.4.1	<i>Processo de detecção por ICP OES.....</i>	45

<b>4.5</b>	<b>Critérios comparativos .....</b>	<b>47</b>
<b>4.6</b>	<b>Análise Estatística .....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1</b>	<b>Metodologia de Digestão.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2</b>	<b>Quantificação dos elementos .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXO A - FICHA DE CATALOGAÇÃO DO HERBÁRIO.....</b>	<b>79</b>
	<b>ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO .....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXO C – ARTIGO SUBMETIDO .....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma rica e nobre flora, pois possui a maior diversidade genética do mundo, com cerca de 55 mil espécies catalogadas, de um total estimado de 350 a 550 mil, das quais estima-se que existam 30 mil espécies com potencial alimentício, 12.500 (doze mil e quinhentas) já foram catalogadas, sendo que apenas 7.000 (sete mil) foram usadas ao longo da história. Entretanto, atualmente 90% do alimento mundial vêm de apenas 20 espécies catalogadas. Diante do exposto, constata-se que a população ingere apenas uma pequena parte das plantas existentes. Por outro lado, as plantas que são poucas conhecidas pela população e/ou não são produzidas e nem consumidas, denominam-se Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) (LORENZI; MATOS, 2002; KINUPP, LORENZI, 2014).

Algumas PANCs estão associadas a partes de plantas conhecidas, que são descartadas, como as folhas da batata doce e o coração da bananeira que é denominado inflorescência da bananeira. A inflorescência da bananeira é constituída do eixo de acasalamento e floral (raque), que são divididos em flores e brácteas, em que as flores são inseridas em pence consistindo em duas linhas horizontais e paralelas. A inflorescência da bananeira quando cozida e preparada com outros ingredientes, tem um apurado sabor e um alto valor nutricional, utilizada para fazer saladas ou na forma de farinha desidratada, sendo consumida como alimento em várias regiões do Brasil (ALVES, 1997; VALMAYOR et al., 1999; COELHO; MATA; BRAGA, 2001; FINGOLO; MOURA; KAPLAN, 2011; SILVA; SARTORI; OLIVEIRA, 2014).

*Musa paradisiaca* L. (bananeira que produz a banana-da-terra) é o nome aceito para o híbrido entre *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* (VALMAYOR et al., 1999; PLOETZ et al., 2017). As bananeiras são uma boa fonte de potássio, Cálcio, Fósforo e é também uma rica fonte de Ferro e vitaminas C e E e tem propriedades medicinais (GHANI et al., 1998; KENNEDY, 2009; IMAM; AKTER, 2011). Várias partes da bananeira servem como matéria-prima para a fabricação de cordas, ou são usadas em cerimônias religiosas e confecções (MOHIUDDIN et al., 2014).

Segundo Fingolo (2012), estudos envolvendo a composição mineral da inflorescência da banana de *Musa acuminata* (banana ouro) foram realizados em

algumas regiões do Brasil. No entanto, não há informações sobre a concentração de macro e microelementos na inflorescência de outras espécies de banana, como a *M. paradisiaca* L., que é consumida pela população indígena, urbana e rural do Centro-Oeste brasileiro.

A identificação dos macroelementos e microelementos é de fundamental importância, ainda mais quando se refere às PANCS, essas plantas são essenciais na minimização da fome, visível e oculta que ocorre no Brasil, em quantidade adequada e boa qualidade nutricional, em pratos saborosos e acessíveis, aliados aos hábitos saudáveis. Nesse sentido, torna-se preciso conhecer as reais concentrações desses compostos e verificar se estão de acordo com a ingestão diária máxima de nutrientes ou acima dos limites de nível máximo de ingestão tolerável, para verificar, se a planta é rica ou fonte de elementos, ou se pode causar um risco de efeitos adversos à saúde quando ingeridas em grandes quantidades (VALOIS, 2017; SARAIVA et al., 2015).

Segundo Korn et al. (2008) e Carvalho (2016), várias técnicas de espectrometria vêm sendo empregadas para a determinação de minerais em alimentos, dentre elas a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES), que possui ampla aplicação no desenvolvimento de metodologias em alimentos devido a sua capacidade de quantificar simultaneamente vários elementos, além de possuir uma boa precisão e capacidade de detectar os elementos que compõem uma determinada amostra em baixas concentrações.

É muito importante conhecer a concentração de minerais em plantas e frutos para estimar seu papel como fonte de componentes na dieta. Os constituintes de algumas espécies de plantas ou frutos que não são bem conhecidas pela população, podem, muitas vezes, representar um risco quando consumidos em grandes quantidades, alguns elementos podem ser perigosos e tóxicos, principalmente para crianças, adultos e gestantes quando ingeridos continuamente e em grande quantidade.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi determinar pela primeira vez a concentração de macroelementos e microelementos na inflorescência de *M. paradisiaca* L. (flores e brácteas), produzidas e consumidas pela população de Campo Grande/MS, Brasil.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Plantas alimentícias não convencionais (PANCS)

As PANCs podem ser representadas por folhas, flores, frutos, sementes, rizomas e inflorescências, algumas são consumidas cruas outras após a cocção. Algumas estão associadas com partes não convencionais de plantas conhecidas, como exemplo, o uso das folhas de batata-doce e do coração da bananeira (KINUPP; LORENZI, 2014).

Sobre as PANCs, Kinupp e Lorenzi (2014, p.14) afirmam que:

PANC nada mais é do que um acrônimo para tentar contemplar as ‘Plantas Alimentícias Não Convencionais’, ou seja, plantas que possuem uma ou mais das categorias de uso alimentício citado (s) mesmo que não sejam comuns, não sejam corriqueiras, não sejam do dia a dia da grande maioria da população de uma região, de um país ou mesmo do planeta, já que temos atualmente uma alimentação básica muito homogênea, monótona e globalizada.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010), as hortaliças não convencionais são plantas nativas de certas regiões, e fazem parte da alimentação de uma população tradicional. As populações tradicionais compreendem todos os grupos de agricultores familiares que possuem a sua forma própria de organização social, que ocupam e usam territórios para o cultivo sustentável e ou utilizam recursos naturais mantendo a sua sobrevivência ligada ao campo. Como exemplo, a associação de mulheres Agricultoras do Assentamento Monjolinho (AMAM), no Município de Anastácio/MS, onde é realizada a coleta de frutos para o consumo ou comércio local. De fato, as PANCs não são cultivadas em grandes escalas, como a soja e milho, ou seja, não existe um grande incentivo de cadeia produtiva e organizada, o que acarreta em desinteresse por parte dos agricultores, empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos.

Como resultado da globalização entre todas as classes sociais, está crescente o uso de alimentos industrializados, verificando mudanças expressivas no padrão alimentar dos brasileiros e perdas de características culturais e de identidade, como o

consumo de alimentos locais e regionais. Atitudes que incentivam o consumo de variedades locais são fundamentais para a diversidade e riqueza da alimentação das populações, para que se eternizem bons hábitos alimentares e seja valorizado o patrimônio sócio-cultural do povo brasileiro (BRASIL, 2010; KINUPP; LORENZI, 2014).

Em geral, as PANCs são de ocorrência espontânea em ambientes silvestres, parques, hortas, jardins e quintais, por não serem cultivadas em sistemas de produção convencionais, algumas são identificadas como “pragas” ou “ervas daninhas” consideradas indesejáveis e invasoras, grande parte delas são nativas, outras exóticas introduzidas no passado, mas por serem desconhecidas, não são utilizadas, porém devem ser denominadas “ervas espontâneas”, por possuírem uma ou mais partes possíveis de serem comestíveis, com alto valor nutritivo para a população humana (KINUPP, 2007; BRASIL, 2010; VALOIS, 2017).

Além do alto valor nutritivo, as PANCs são alimentos acessíveis e de baixo custo, de fácil cultivo, quando dominada a técnica de plantio ou manejo. Assim, o seu consumo deve ser incentivado para assegurar a proteção e preservação ambiental, uma vez que são restritas a determinadas localidades ou regiões, podem contribuir para segurança alimentar e nutricional, pois não precisam de um cultivo exaustivo e do emprego de agrotóxicos, os quais são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Produzir uma PANC significa reconhecer espécies nativas e valorizar a biodiversidade, pois muitas delas ainda não são utilizadas como alimento (KINUPP; BARROS, 2004; KINUPP; BARROS, 2007).

Algumas regiões do Centro-Oeste do Brasil têm merecido destaque nacional em termos de valorização e preservação de frutos não convencionais, citamos a cidade de Campo Grande e, principalmente, na cidade de Bonito, que ao longo dos últimos anos incluiu no Calendário Oficial de Eventos do Estado de Mato Grosso do Sul, o Festival da Guavira, realizado tradicionalmente na última semana do mês de Novembro de cada ano.

Em regiões como a Amazônia brasileira também existem espécies de PANCS que fazem parte atualmente da cultura local alimentícia, como a vitória-régia. Conhecida popularmente como “aspargo do rio” ou “milho d’água”, o talo da vitória-régia que fica submerso (dura de 18 a 20 dias fora da água) é descascado e cortado em rodela e

servido em restaurantes locais. Suas sementes e rizomas também podem ser consumidos, e possuem Ferro e amido. Um fato interessante é que as sementes provenientes dos frutos podem ser utilizadas como pipoca e até na fabricação de tapioca (KINUPP; LORENZI; 2014).

O trabalho científico envolvendo o levantamento bibliográfico e *in loco* do resgate das PANCS é fundamental para que seja evitado o processo de extinção e abandono, destacando que quando uma espécie de planta é extinta, também ocorre a perda da identidade cultural e descaso da “herança de conhecimentos” passada por gerações.

Atualmente, no Brasil, existem poucos trabalhos de cunho científico que abordam e divulgam resultados sobre as PANCS. De fato, o número de estudos disponíveis na literatura que listam espécies nativas de PANCS são poucos quando comparado a outros países, como a Índia (CHANDRA et al., 2016).

Um estudo realizado na zona rural de Viçosa analisou a diversidade e equitabilidade de plantas alimentícias não convencionais (PANCS) em nove comunidades rurais de Minas Gerais, Brasil. As espécies foram listadas pela família, nome científico, nomes populares, ambiente de propagação, hábito de crescimento, formas de consumo, estado de domesticação, ciclo de produção e registro por meio de consultas em herbários do bioma Mata Atlântica. Os pesquisadores encontraram 59 espécies de PANCS, distribuídas em 30 famílias botânicas e 48 gêneros. Espécies da família *asteraceae* obtiveram as maiores frequências relativas (BARREIRA et al., 2015).

Se considerarmos a região Amazônica, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica, o Brasil possui a maior diversidade de plantas do mundo. Estudos realizados e publicados em 2016 constataram que existem cerca de 32.797 diferentes espécies de angiospermas (plantas com flores e frutos) coabitando as regiões brasileira. Destaca-se o Rio Grande do Sul, onde existem mais de 4,5 mil angiospermas, as quais são conhecidas (FIORAVANTI, 2016).

Em países como a Índia, estudos ao longo dos anos utilizando técnicas experimentais têm realizado e abordado pesquisas sobre o valor nutricional, quantificação de macro e microelementos em PANCS (DUHAN; CHAUHAN; PUNIA, 1992). Em partes, devido às diversas condições agroclimáticas, a Índia é dotada de uma grande variedade de plantas, tanto silvestres como domesticadas, que contribuem

para a dieta de seu povo. Dependendo de certos fatores, como disponibilidade, condições socioeconômicas, tradição, gosto e cultura, alguns desses alimentos são consumidos regularmente na forma de alimentos básicos, enquanto outros são consumidos com menor frequência e / ou em certas ocasiões. Por outro lado, a contribuição nutricional e o valor nutritivo dos alimentos mais comuns têm sido extensivamente estudados e organizados na forma de tabelas de composição de alimentos (GOPALAN; RAMA SASTRI; BALASUBRAMANIAN, 1987).

No estado de Minas Gerais/Brasil têm sido desenvolvidas pesquisas com o intuito de estudar os compostos nutricionais com atividade antioxidante, compostos fenólicos, vitamina C, calorias, carboidratos, umidade, lipídios, proteínas, fibra, acidez e quantificação de minerais (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn e B) nas espécies como a *Amaranthushybridus L.*, *Amaranthusviridis L.*, *Basella alba L.*, *Eryngium campestre L.*, *Hibiscussabdariffa L.*, *Lactucacanadensis L.*, *Rumex acetosa L.*, *Stachysbyzantina K. Koch* e *Tropaeolummajus L. Xanthosomasagittifolium L.* Nessas amostras representativas de estruturas vegetais de interesse foram colhidos de cada espécie adequada para consumo humano as folhas, flores e os botões florais. Os resultados foram submetidos à análise multivariada - análise de componentes principais. Todas as espécies apresentam compostos nutricionais de interesse em diferentes níveis entre as estruturas avaliadas (SILVA et al., 2018).

Em Pernambuco, pesquisadores estudaram o araçá e a taiobacom o objetivo de fazer uma avaliação da composição nutricional e métodos culinários realizados para o consumo. O araçá é fibroso e possui carboidratos, em algumas regiões do Brasil é utilizado na produção de doces de pasta, sorvetes, sucos e néctar (PADILHA et AL., 2018). A taioba é rica em carboidratos, proteínas, fibras, Cálcio, Magnésio, Fósforo, Ferro, sódio, potássio, Zinco, vitaminas B2, B6 e C.

A composição mineral também tem sido foco de estudos de outras regiões brasileiras como Mato Grosso, no qual determinaram os teores de ácido ascórbico (vitamina C) e de minerais das seguintes hortaliças folhosas não-convencionais: taioba, ora-pro-nobis, bertalha e beldroega (OLIVEIRA et al., 2013).

Em Campo Grande/MS, estudos da quantificação de frutos da guavira (*Campomanesia adamantium* [Cambess]), embora considerados alimentos

convencionais pela população local, porém em outros estados como São Paulo não são alimentos comuns, quantificou a concentração de macro e microelementos, e constataram que esse fruto tem grande potencial nutritivo para crianças e adultos (LIMA, 2018). Alguns grupos de pesquisas como o Grupo de Espectroscopia e Bioinformática Aplicados à Biodiversidade e à Saúde (GEBABS) - UFMS nos últimos anos têm se dedicado e contribuído no desenvolvimento de metodologias de digestão de amostras e quantificação de macro e microelementos em PANCS e plantas medicinais (ROCHA, 2018).

Como destacamos nos parágrafos acima, a variedade e número de plantas no Brasil é grande, e muitas delas podem ser utilizadas na alimentação humana desde que sejam conhecidas as suas propriedades químicas e, principalmente, nutricionais para todas as faixas de idades. As PANC podem contribuir para uma alimentação saudável e equilibrada, com novos sabores e perspectivas sustentáveis. Assim, são necessárias realizações de estudos que determinem a concentração de micro e macroelementos em muitas espécies conhecidas e também desconhecidas. Vale destacar que uma PANC que ainda necessita de estudos da determinação de macro e microelementos em sua inflorescência é a *Musa sp.* As subseções abaixo fornecem maiores informações sobre essa espécie de bananeira.

## **2.2 *Musa sp*– Aspectos gerais**

A *Musa sp.*, popularmente conhecida como bananeira, pertencente à família *Musaceae*, espécie vegetal de origem dosudeste da Ásia, desenvolve-se quase que totalmente nas regiões tropicais do mundo e amplamente distribuída no Brasil, sendo sua fruta a banana, muito utilizada, especialmente, para fins alimentares, devido ao seu alto valor nutritivo e econômico para muitos países em desenvolvimento (SILVA, 2018; BERNARDI et al., 2004; MOREIRA; CASTRO; FAGERIA, 2010).

A família *Musaceae* compreende 3 subfamílias, sendo uma delas a *Musoideae*, com dois gêneros: o gênero *Musa*, no qual se encontram os frutos comestíveis e o gênero *Ensete*, com os frutos ornamentais. Dentre as variedades do gênero *Musa*, cerca de 30 espécies são seminíferas, ou seja, apresentam uma polpa bastante

abundante e são desprovidas de sementes, como é o caso da bananeira, por não produzir sementes, a propagação das bananeiras ocorre por meio de mudas, com o primeiro cacho surgindo entre dez e dezoito meses após o cultivo (JOLY, 1991; ALVES, 1997; PINHEIRO, 2013).

Todas as variedades existentes de bananeiras hoje derivam do cruzamento de duas espécies: *Musa acuminata* e a *Musa balbisiana*. As variedades mais conhecidas são a prata, pacovan, prata-anã, maçã, mysore, terra, d'angola, nanica, nanicão, grande-naine e ouro. A *Musa paradisiaca* L. é do gênero *Musa* sendo originária de países tropicais e subtropicais, como Sri Lanka e leste da Índia e regiões de outros países como a China e a Austrália. Há uma grande diversidade de bananas cultivadas, assim, muitos outros nomes são considerados sinônimos de *M. Paradisiaca* L, como *M. corniculata* Lour, no entanto, muitos táxons intraespecíficos ainda são confusos e duvidosos (VALMAYOR et al., 1999; HÄKKINEN; VÄRE 2008; PLOETZ et al., 2007).

A bananeira (Figura 1) é uma planta não lenhosa e de tronco falso e suculento formado de várias camadas rígidas de folhas sobrepostas, denominadas de pseudocaulis. As bananas são formadas a partir dos pseudocaulis, cujos frutos somente são produzidos uma única vez e morrem, e logo após a colheita das bananas, devem ser cortados imediatamente para a fortificação do rizoma ou caule verdadeiro, de maneira a fornecer novos brotos. As folhas das bananeiras são de coloração verde-clara e brilhante. Já as flores (inflorescências) são exóticas, pequenas e envoltas por uma bráctea arroxeadada denominada de “*coração da planta*” popularmente conhecida como “umbigo do cacho da banana”, “*coração da bananeira*” ou “mangará” (ALVES, 1997).

O coração da bananeira quando cozido e preparado com outros ingredientes, é comestível, de apurado sabor e alto valor nutricional. Seus frutos, quando não maduros, são de coloração verde, de sabor adstringente e intragável, por apresentar, basicamente, na sua composição química amido resistente e água. Por essa razão, a maioria das bananas verdes são empregadas na produção nutricional de farinhas usadas pela população no preparo de mingaus até biscoitos. Quando maduras, o amido contido nas bananas é convertido em açúcares simples, conferindo um sabor doce à banana (ALVES 1997; SILVA; SARTORI; OLIVEIRA, 2014).

Figura 1 - Bananeira composta por 1. Tronco, 2. Folhas, 3. Frutas 4. Folhas.



Fonte: Edição da autora

Um aspecto importante a ser explorado em relação à bananeira e suas diferentes partes são suas propriedades biológicas. Segundo os dados da literatura, a bananeira apresenta várias atividades biológicas, como: atividade antibacteriana nas suas folhas (NOVAK; ALMEIDA; SILVA, 2003; KARUPPIAH; MUSTAFFA, 2013), atividade anti-hiperglicemiante na inflorescência da *M. paradisiaca* L. (NISHA; MINI, 2014; JAWLA; KUMAR; KHAN, 2012; ELEAZU; IROAGANACHI; ELEAZU, 2013), atividade antioxidante nos frutos e folhas (HUSSAIN et al., 2011; SHODEHINE; OBOH; 2013; KARUPPIAH; MUSTAFFA, 2013), atividade antimicrobiana no frutos e flores (JAWLA; KUMAR; KHAN, 2012; HUSSAIN et al., 2011), atividade anti-helmínticas nas folhas da bananeira (HUSSAIN et al., 2012; VENKATESH et al., 2013), atividade antiviral na inflorescência da *M. acuminata* Colla (MARTINS et al., 2009), seus frutos possuem atividades antidiarreicas (HUSSAIN, et al., 2011), o pó da banana funciona como efeito cicatrizante (GOEL et al., 1986; DADOO; KHATRI; SINGLA, 1995), atividade inseticida, pesticida, fungicida no resíduo da casca da *M. paradisiaca* L. (BANKAR et al., 2010).

Estudos de García Hernandez et al. (2014) sobre a composição química de *M. paradisiaca* L verificaram a presença das seguintes substâncias químicas: 5-hidroxitriptamina, ácido cítrico, ácido málico, ácido glutâmico, norepinefrina, ácido caprílico, canferol, glicose, sacarose, ácido gálico, taninos, leucodelfinidina, leucocianidina.

A polpa da banana apresenta uma grande percentagem de vitamina E, vitamina C, além da vitamina A e do complexo B e de minerais como Ferro, Magnésio, Cálcio, Fósforo, Flúor, Sódio, Cobre, sendo o Potássio, o mais abundante. Estes minerais servem como complemento das dietas, e seu consumo é recomendado sempre após a realização de qualquer atividade física (VALOIS, 2006).

Embora possa parecer inutilizável, a casca da banana contém vários nutrientes, açúcares naturais e minerais. Assim, pode ser aproveitada no consumo alimentício, proporcionando baixo custo e um bom paladar. São diversos os exemplos pelos quais se pode aproveitá-la, como bolo de casca de banana, brigadeiro de casca de banana, podem ser desidratadas e utilizadas na produção de farinha, sendo consideradas ricas em lipídeos, proteínas, açúcares totais, amido, sódio, Ferro, cobre, potássio, Cálcio e Magnésio (ANDRADE, 2007).

### **2.2.1 Inflorescência da bananeira – Aspectos Nutricionais**

No Brasil as inflorescências da bananeira, popularmente conhecida como “mangará”, “umbigo da banana” ou “coração da bananeira”, geralmente são descartadas pelos agricultores durante a coleta das bananas (FINGOLO et al., 2012).

A inflorescência é constituída do eixo de acasalamento e floral (raque), em que as flores são inseridas em penca consistindo em duas linhas horizontais e paralelas. A inflorescência da bananeira quando cozida e preparada com outros ingredientes, é comestível e de apurado sabor e alto valor nutricional, é também usada para fazer saladas, recheio de torta, cozida com carnes, ou usada na forma de farinha desidratada como alimento em várias regiões do Brasil (ALVES, 1997; FINGOLO; MOURA; KAPLAN, 2011; SILVA; SARTORI; OLIVEIRA, 2014).

Em alguns regiões do Brasil as inflorescências são descartadas, sem uso, quando os cachos de banana são colhidos. Porém em outros estados, as inflorescências são consideradas complemento alimentar, por terem altos níveis de minerais e fibras e são pouco utilizadas nas áreas urbanas e rurais brasileiras (COELHO et al., 2001; FINGOLO; MOURA; KAPLAN, 2011).

Um trabalho feito por Fingolo et al. (2012) analisou a anatomia e a composição nutricional das inflorescências da *M. acuminata*, e revelou um alto valor nutricional com baixa calorias, encontrando nas inflorescências desidratadas uma grande quantidade de potássio e fibra. A introdução das inflorescências da banana na dieta humana na forma de farinha desidratada incorporada à alimentação pode ter impacto nutritivo significativo.

Silva, Sartori e Oliveira (2014) analisaram a composição dos nutrientes presentes na inflorescência da *M. paradisiaca* L. Os resultados deste estudo revelaram a presença de macronutrientes como carboidratos, proteínas, além de fibras, sendo o teor destes nutrientes pouco variáveis entre regiões. Na China, Sheng et al. (2010) encontrou no coração da bananeira nutrientes como Vitamina E, proteínas e fibras. Porém, estudos complementares devem ser realizados com o intuito de conhecer e investigar de forma mais detalhada o perfil dos macro e microelementos existentes no coração da bananeira da *M. paradisiaca* L., por ser uma PANC encontrada com facilidade e em grande quantidade em solo brasileiro, que pode ser consumida pela população (SILVA; SARTORI; OLIVEIRA, 2014).

### **2.3 Minerais: Macro e microelementos**

Minerais são compostos inorgânicos responsáveis pelas funções vitais no desenvolvimento do organismo humano, são essenciais, portanto precisam ser ingeridos de forma exógena. Tais elementos exercem várias funções nos sistemas fisiológicos, constituem os tecidos corpóreos, regulam o metabolismo, são ativadores e reguladores de enzimas, controlam impulsos nervosos e o equilíbrio ácido-base do organismo, também agem na coagulação sanguínea, fabricam hormônios e transportam oxigênio (CAMPOS et al., 2012; BECKER et al., 2014).

Eles podem ser classificados como macrominerais (macroelementos), ou seja, são aqueles que precisam estar em quantidades consideráveis no organismo humano para uma vida saudável. Esses mesmos macrominerais também são definidos como elementos necessários em quantidades superiores a 100 mg/dia, sendo eles: o Sódio (Na), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Fósforo (P), Enxofre (S). Já os microminerais (microelementos) requerem quantidades menores que 100mg por dia, mas também são necessários para uma vida saudável. Os microminerais são conhecidos como elementos traços e são representados pelo Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Cádmio (Cd), Selênio (Se). Elementos como Alumínio (Al), Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg) e Níquel (Ni), podem ser tóxicos ou contaminantes ao organismo humano, sendo alguns deles apenas pelo simples contato. Tanto os macroelementos como os microelementos são componentes elementares das plantas e seu excesso ou carência muitas vezes pode representar um risco à saúde humana (TOGNON, 2012; LEŚNIEWICZ; JAWORSKA; ŻYRNICKI, 2013; FAQUIN, 2005; AZIZ et al., 2016).

Para Aziz et al. (2016), a carência de certos elementos também causam doenças em humanos e plantas. Vários estudos etnofarmacológicos provaram que existe uma relação entre macroelementos ou microelementos e o efeito das plantas na prevenção de doenças e na saúde humana. Segundo Becker et al. (2014), é importante conhecer a concentração dos minerais, para poder avaliar e adequar a ingestão, assim como controlar a qualidade e a segurança dos alimentos ingeridos. Nos tópicos seguintes estão descritos algumas definições e importâncias dos elementos estudados.

### **2.3.1 Cálcio (Ca)**

O Cálcio é classificado como metal alcalino terroso, o mais abundante no organismo humano e é considerado um nutriente essencial, onde aproximadamente 99% do Cálcio corporal está armazenado em ossos e dentes e o 1% restante no sangue, fluidos extracelulares e dentro das células de todos os tecidos. O Cálcio tem papel fundamental no organismo, pois ele está envolvido principalmente no crescimento e fortalecimento dos ossos, sendo responsável pela transmissão de sinais do meio

extracelular para o meio intracelular ou como ativador ou como estabilizador de proteínas funcionais envolvidas nesse processo, além de participar reações metabólicas ligadas a enzimas que participam da coagulação sanguínea, regulação da contração muscular, secreção de hormônios e neurotransmissores (HERNÁNDEZ CASSIS, 2012; COZZOLINO; COMINETTI, 2013; MAHAN; ESCOTT-STUMP; RAYMOND, 2013).

Cerca de 75% a 89% da absorção de Cálcio advém da ingestão de leite e derivados sendo outras fontes importantes os vegetais, frutas, grãos, peixes, aves e carnes. Os órgãos responsáveis pela absorção e reabsorção desse mineral, respectivamente, são intestino e rins (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

A deficiência de Cálcio causada pela ingestão insuficiente desse mineral, não produz sintomas evidentes, pois os níveis de Cálcio sanguíneos são rigorosamente regulados. Quando existe diminuição dos níveis de Cálcio no organismo, geralmente são provocados por problemas ou tratamentos médicos como insuficiência renal, cirurgia bariátrica, medicamentos como diuréticos, nos quais aparecem alguns sintomas como dormência ou formigamento nos dedos, câimbras musculares, letargia, falta de apetite e ritmos cardíacos anormais, além de provocar osteopenia e osteoporose (WEAVER; HEANEY, 2006).

O excesso da ingestão de Cálcio em humanos, esta associado principalmente ao estudo da ingestão de suplementos nutricionais. Existem vários possíveis efeitos adversos da ingestão excessiva de Cálcio como por exemplo: pedras nos rins, hipercalcemia e insuficiência renal, a interação do Cálcio com a absorção de outros minerais (DRI, 2006).

### **2.3.2 Fósforo (P)**

O Fósforo é um elemento não metal encontrado em sua forma orgânica, através dos fosfolipídios e fosfoproteínas, e inorgânica como polifosfatos. Aproximadamente 85% do Fósforo no organismo humano, é encontrado principalmente na forma de fosfatos, está no tecido ósseo, 14% nos músculos esqueléticos e tecidos moles e 1% nos fluídos corporais e apenas uma pequena porção está em forma livre. Encontrado

em alimentos ricos em proteínas de origem vegetal (grãos, cereais e oleaginosas) e animal (carnes, ovos e peixes) apresenta-se nas formas orgânicas e inorgânicas, contudo, na digestão o Fósforo orgânico é hidrolisado por enzimas (fosfatases) intestinais até o Fósforo inorgânico. A absorção do Fósforo no organismo humano é rápida, aproximadamente 1 hora após a ingestão da refeição e a sua quantidade de absorção pode variar de 55 a 90%, diferenciando o estado nutricional e a idade e do indivíduo (BENINI et al., 2011; WATANABE, 2015; COZZOLINO; COMINETTI, 2013; MAHAN et al., 2013).

O Fósforo em forma de fosfato possui varias funções importantes para o organismo, como produção e armazenamento de energia, fabricação de ácido desoxirribonucléico (DNA), ácido ribonucleico (RNA) e trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de energia celular, está presente nos processos bioquímicos necessários para a síntese protéica. O Fósforo também é encontrado na membrana celular através dos fosfolipídios, nas reações de fosforilação-desfosforilação, no controle do pH do corpo, mantendo um balanço ácido-básico e, combinado ao Cálcio, é capaz de formar a hidroxiapatita, molécula orgânica que compõe ossos e dentes. Além disso, está presente nos ossos, fazendo com que seja caracterizado como fator importante para mineralização óssea (CORRÊA, 2016; SILVA; MURA, 2016).

O Fósforo em pequenas quantidades no organismo, em casos raros, pode desencadear alguns sintomas como perda de apetite, anemia, fraqueza muscular, dores ósseas, raquitismo, osteomalácia anormalidades neurais, renais e outras (CORREA, 2016). A deficiência de fosfato (hipofosfatemia) é rara, mas pode acontecer com indivíduos que utilizam fármacos conhecidos como ligantes de fosfato para doenças renais ou em idosos por baixas ingestões em geral (HERNÁNDEZ CASSIS, 2012).

A indústria alimentícia geralmente acrescenta Fósforo como sais inorgânicos de fosfato ou como parte de moléculas orgânicas para que sua aparência seja melhorada e aumente sua durabilidade. Portanto, pessoas que fazem uso constante desses produtos recebem quantidades extras de fosfatos minerais (ANDERSON, 2013). Com isso, a ingestão de Fósforo em altas quantidades pode levar à toxicidade no organismo e, aliado ao consumo baixo de Cálcio, pode elevar à concentração do Hormônio da

Paratireóide (PTH), o que, por sua vez, contribui para que haja um turnover ósseo, reduzindo a massa e a densidade, aumentando a fragilidade dos ossos (MAHAN et al., 2013).

### **2.3.3 Magnésio (Mg)**

O Magnésio é um metal alcalino terroso, aproximadamente 60% do Magnésio corporal é encontrado no tecido ósseo associado ao Fósforo e ao Cálcio, 25% presente em músculo e outros órgãos como rins e fígado. No organismo humano, o Magnésio está relacionado ao metabolismo dos carboidratos e síntese protéica, funcionando como potencializador de muitas reações enzimáticas dentro das células, também funciona como calmante natural, pois leva ao relaxamento dos músculos. O Magnésio é encontrado em diversos tipos de alimentos, como hortaliças, frutas, castanhas, tubérculos, café, cereais integrais e em pequena quantidade na água de torneira, carnes e leite (ARAGÃO, 2008; GROPPER; SMITH; GROFF, 2012; CÔNSOLO, 2014).

Algumas doenças como diabetes melitus, hipertensão, doenças cardiovasculares e renais estão associadas à deficiência do Magnésio (COZZOLINO; COMINETTI, 2013). Já o consumo excessivo de Magnésio proveniente de fontes alimentares não está associado a efeitos colaterais, porém os efeitos adversos foram observados com a ingestão excessiva de fontes não alimentares que são usadas agudamente para fins farmacológicos, tais como sais de Magnésio, pode ocorrer diarreia (sintoma primário), náusea e cólicas abdominais. Quando indivíduos possuem a função renal comprometida, têm maior risco de toxicidade por Magnésio por meio de fontes não alimentares (DRI, 2006).

### **2.3.4 Zinco (Zn)**

O Zinco é classificado como um metal de transição, encontrado em grandes quantidades nos solos. O Zinco é um dos minerais de maior importância para o organismo humano, está distribuído em todos os tecidos corpóreos, fluidos e secreções, sendo 80% em ossos, músculos, fígado e pele, e, menos de 0,5%, estão no sangue.

Sua absorção acontece ao longo de toda a extensão do intestino delgado, fluidos extracelulares representam o mais importante compartimento corporal de Zinco para o metabolismo (STURNIOLO et al., 1991; SILVA; MURA, 2016).

O Zinco participa do metabolismo de macronutrientes e ácidos nucléicos, tem função na transcrição gênica, integridade das membranas, ajuda na imunidade e defesa do organismo, na cicatrização e na visão noturna, atua como antioxidante e antiinflamatório e mantém do apetite. Os alimentos ricos em Zinco são ostras, moluscos, carnes vermelhas, sementes, carne de frango, cereais, peixe, oleaginosas (castanha-do-pará, castanha do caju, nozes, amêndoas), fígado e leguminosas (feijão, grão de bico, ervilha). Os produtos de origem animal são responsáveis por fornecer de 40% a 70% do Zinco consumido pela maioria das pessoas (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

Em situações de baixo estado nutricional de Zinco, a absorção transcelular predomina, quando o estado nutricional de Zinco está alto, a absorção é inibida. A deficiência de Zinco pode resultar em déficit de crescimento, atraso no desenvolvimento, hipogonadismo, anemia leve, hipogeusia (acuidade de paladar diminuída), má cicatrização, alopecia, diminuição de respostas imunológicas, alterações cutâneas e na maturação sexual. A toxicidade através do Zinco da alimentação é rara, porém a suplementação excessiva de Zinco pode prejudicar a absorção de cobre (GROPPER; SMITH; GROFF, 2012; MAHAN et al., 2013; SILVA; MURA, 2016).

### **2.3.5 Ferro (Fe)**

O Ferro possui grande importância biológica, por ser responsável pelo transporte de oxigênio para as células, através da hemoglobina, que compõe as hemácias, e pela coloração avermelhada do sangue. Possui várias funções metabólicas, como ligação ligado ativa na síntese de vários neurotransmissores essenciais como Dopamina, Norepinefrina e Serotonina. O Ferro pode ser encontrado na forma heme ( $Fe^{+2}$ ), na qual é melhor absorvido (produtos de origem animal como carnes vermelhas, frango e peixe) e não heme ( $Fe^{+3}$ ), alimentos de origem vegetal como legumes, verduras, grãos, frutas e castanhas. Já alimentos como leite, seus derivados e ovos, apresentam baixo valor

desse mineral, além de reduzir a absorção por conter grandes quantidades de Cálcio. O ácido ascórbico e os alimentos de origem animal promovem a absorção do Ferro enquanto o ácido oxálico, ácido fítico e polifenóis são considerados fatores antinutricionais, pois diminuem a absorção deste elemento (GROPPER; SMITH; GROFF, 2012).

A deficiência de Ferro resulta em anemia ferropriva e acomete alguns grupos populacionais com exigências fisiológicas aumentadas, como o período gestacional e o crescimento, doenças gastrointestinais, como colite ulcerativa e doença de Crohn, ou até mesmo uma cirurgia bariátrica aumentam o risco de deficiência (BJØRKLUND et al., 2017). Um acúmulo anormal de Ferro pode acontecer em casos de transfusões sanguíneas frequentes, ou ingestão de grande quantidades de Ferro a longo prazo, armazenamento de Ferro que se desenvolve em indivíduos que consomem quantidades muito elevadas de Ferro ou com alterações genéticas resultam em absorção excessiva do mineral. O Ferro em excesso pode contribuir para geração de radicais livres (MAHAN et al., 2013).

### **2.3.6 Cobre (Cu)**

O Cobre é um microelemento de transição, importante para absorção de Ferro e respiração mitocondrial. É necessário ao organismo e encontrado em alimentos como carnes, ovos, queijo, mariscos e em bebidas como café e vinho. O Cádmiio e o Zinco diminuem a absorção de Cobre, por competirem pelo mesmo substrato (TORRE; RODRIGUEZ; SAURA-CALIXTO, 1991; GONÇALVES; TEODORO; TAKASE, 2007).

O excesso de Cobre se acumula no sangue e esgota as reservas de Zinco do cérebro, diminuindo a vitamina C, causando oxidação da vitamina A e provocando dores musculares e nas juntas, distúrbios no aprendizado, fadiga e depressão. Já as doenças genéticas ocasionadas por alterações no metabolismo do cobre são: doença de Menkes, carência de cobre no fígado e cérebro de bebês, e doença de Wilson, que provoca o aumento das concentrações de Cobre no fígado e nos núcleos de base do cérebro, levando à degeneração do sistema nervoso (GREENWOOD, 1997; AGERTT et al., 2007).

### **2.3.7 Cromo (Cr)**

O Cromo é considerado um mineral essencial, podendo ser obtido por meio de dieta, encontrado em seu estado de oxidação na forma de cromo (III). É um mineral importante para o metabolismo das gorduras e carboidratos, além de ativar várias enzimas, também estimula a produção de ácidos graxos e colesterol. Tal elemento pode ser encontrado em alimentos como carne vermelha, peixe, frango e grãos. Também é encontrado em queijos, cogumelos, pimenta verde, feijões, espinafres, maçãs, bananas, laranja, chocolate preto, canela, chá, vinho e cerveja. Já os alimentos ultraprocessados possuem teor baixo de Cromo (ARAÚJO et al., 2008; GROPPER; SMITH; GROFF, 2012).

Quando obtido em seu estado de oxidação como Cromo (VI) é considerado tóxico, pois é um agente carcinogênico (SILVA, 2007). A ingestão excessiva de alimentos ricos em Cromo tem um baixo nível de toxicidade, devido a sua má absorção. Embora nenhum efeito adverso tenha sido convincentemente associado ao excesso de ingestão de Cromo em alimentos ou suplementos, isso não significa que o potencial para efeitos adversos não exista. O Cromo é conhecido por potencializar a ação da insulina, baixos níveis de cromo contribuem para a incidência de diabetes tipo II e tolerância à glicose prejudicada (DRI, 2006).

### **2.3.8 Níquel (Ni)**

Elemento utilizado pela indústria para produção de baterias e aço inoxidável, somente em 1930 foi apontado a essencialidade desse mineral no corpo humano. O Níquel é transportado através do sangue ligado principalmente à Albumina, é utilizado como um cofator de várias funções, incluindo a uréase, que hidrolisa a uréia em Dióxido de Carbono e Amônia, além de reações de hidrólise, redox e expressão gênica. O Níquel também pode servir como cofactor facilitando a absorção de Ferro. A maioria dos órgãos e tecidos não acumulam Níquel, mas em humanos, a tireóide e glândulas suprarrenais têm concentrações relativamente altas. Devido à fraca absorção de Níquel,

a maioria desse elemento é excretado nas fezes. O Níquel absorvido é excretado na urina, com pequenas quantidades no suor e na bile (DRI, 2006). A absorção de Níquel na dieta é inferior a 10% e é afetada por certos alimentos, como leite, café, chá, suco de laranja e ácido ascórbico. Alimentos vegetais possuem uma quantidade maior de Níquel do que os alimentos de origem animal, as oleaginosas, hortaliças, grãos e produtos à base de grãos e chocolate são particularmente ricos no metal (GROPPER; SMITH; GROFF, 2012; RAGSDALE, 2009).

Efeitos tóxicos são relatados quando ocorre o consumo acidental de 0,5 a 2,5g de Sulfato de Níquel em água contaminada, levando a náuseas, dores abdominais, diarreia e vômitos (DRI, 2006).

### **2.3.9 Enxofre (S)**

O Enxofre é um não-metal, que quando está na temperatura ambiente encontra-se no estado sólido. Ele é a base dos aminoácidos, cistina e metionina no organismo humano. Pode ser encontrado na forma de Sulfato, realizando a desintoxicação por molibdênio, pois tem a função de ativar a excreção, diminuindo os efeitos causados por uma intoxicação de molibdênio. Os alimentos ricos em Enxofre são castanhas, feijão, cebola e vegetais de cor escura, como couve e espinafre em altas concentrações (UNDERWOOD; SUTTLE, 2003).

O Enxofre possui propriedades químicas e compostos específicos de caráter estrutural, o que o torna essencial ao organismo humano. Age na regulação da glicose e auxilia no transporte de minerais, melhorando a ação das vitaminas e enzimas. Sua deficiência pode resultar em problemas com os ossos, cabelos, peles e unhas (UNDERWOOD; SUTTLE, 2003).

As plantas armazenam o Enxofre na forma de Enxofre orgânico, sendo essencial nas proteínas vegetais semelhante ao Nitrogênio. É um mineral absorvido pelo solo na forma do íon sulfato, auxiliando também na fotossíntese. A sua biodisponibilidade nas plantas está correlacionada com a concentração de enxofre no solo. Pode apresentar efeito antimicrobiano (ALVAREZ, 2004).

## 2.4 Referência de Ingestão Dietética (Dietary Reference Intakes– DRI)

Os alimentos possuem em sua composição elementos essenciais para saúde humana e animal. Assim, uma vez quantificada a concentração de tais elementos nas partes de uma planta, é necessário um critério de avaliação comparativa para saber se o alimento é fonte ou é rico em determinado elemento. Para esse critério de comparação existem as DRIs.

A DRIs são referências para recomendações nutricionais de ingestão de macro e micro nutrientes para população, com o propósito de melhorar a qualidade de vida dos indivíduos saudáveis. Essas referências são publicadas pela Comissão de Alimentos e Nutrição (*Food and Nutrition Board*) da Academia Nacional de Ciências do EUA, com esses valores é possível analisar as necessidades diárias de cada nutriente para pessoas de grupos específicos, levando em conta sexo e faixa etária, com isso, a dieta pode ser completa quanto ao fornecimento de nutrientes, sem excesso ou carência (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006; US NATIONAL, 2000).

Segundo o Institute of Medicine (2016), as Referências de Ingestão Dietética compõem quatro tipos de valores de ingestão por dia, são eles:

- 1) Necessidade Média Estimada (Estimated Average Requirement/EAR): estabelecida como um valor de ingestão do nutriente por dia que se propõe para suprir a necessidade da metade (50%) dos indivíduos saudáveis de um grupo de mesmo gênero e estágio de vida. A EAR corresponde à mediana da distribuição de necessidades de um dado nutriente.
- 2) Ingestão Diária Recomendada (Recommended Dietary Allowance/RDA): estabelecida como o nível de ingestão dietética diária suficiente para atender às necessidades de quase todos (97% a 98%) os indivíduos saudáveis de um determinado grupo de mesmo gênero e estágio de vida, meta de ingestão nutricional para evitar carências.
- 3) Ingestão adequada (Adequate Intake/AI): média de ingestão diária, utilizando quando não há dados suficientes para a determinação da EAR, assim como da RDA. Fundamenta-se em níveis de ingestão ajustados experimentalmente ou em aproximações da ingestão observada de nutrientes de um grupo de indivíduos

aparentemente saudáveis. Esses valores serão reavaliados a partir de novos estudos, que proporcionem maior grau de confiabilidade sobre aqueles.

4) Limite superior tolerável de ingestão (Tolerable Upper Intake Level/UL): é o valor máximo de ingestão diária de um nutriente, não deve ser usado como valor de ingestão recomendado e se aplica ao uso diário contínuo. A determinação dos valores de UL surgiu devido ao uso inadequado de suplementos nutricionais. Quando os dados sobre efeitos adversos forem extremamente limitados, cuidados extras podem ser necessários.

A legislação brasileira segue a tendência mundial no que se refere à qualidade e segurança dos alimentos, estabelecendo a cooperação internacional, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) utiliza os valores recomendados pelas DRIs como modelo para ingestão diária dos nutrientes (ANVISA, 2005).

A RDA e AI devem ser utilizadas como meta de ingestão para o indivíduo, enquanto a EAR e a UL são adequadas para avaliação das quantidades de nutrientes de dietas, nas quais uma ingestão habitual dos nutrientes abaixo da EAR apresenta maior possibilidade de inadequação, e acima da UL, grandes chances de desenvolver riscos para saúde do indivíduo (PADOVANI et al., 2006).

## **2.5 Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP – OES)**

O ICP-OES é um aparelho que possui uma técnica de análise elementar, utiliza os espectros de emissão de uma amostra para identificar e quantificar os minerais presentes. Possui um plasma induzido acoplado de argônio, usado para dissolver, atomizar e excitar os átomos na amostra líquida que foram vaporizados nele. Essa técnica é amplamente utilizada em sólidos, líquidos e gases, como amostras metalúrgicas, ambientais, biológicas, alimentos e cosméticos. As amostras geralmente são introduzidas na forma de solução e permite a determinação da maioria dos elementos da tabela periódica (YEUNG; MILLER; RUTZKE, 2017).

Após a excitação, cada elemento emite um ou vários comprimentos de onda característicos, que são utilizados para identificar a presença de determinado mineral,

uma ampla faixa linear de trabalho determina componentes majoritários e minoritários em um mesmo percentual. Já a quantidade de cada elemento é determinada pela intensidade da luz emitida nos comprimentos de onda característicos, a técnica possui boa exatidão e precisão, e detecta teores máximos para contaminantes em alimentos e amostras ambientais (MAJUMDAR; DUBEY, 2017).

O ICP-OES tem a capacidade de medir emissões atômicas e iônicas para que mais comprimentos de ondas possam ser mensurados. Essas medidas podem ser comparadas a um padrão para quantificar a concentração dos elementos na amostra (YEUNG; MILLER; RUTZKE, 2017).

Dean (2017) menciona que através do ICP-OES, a análise das amostras é mais rápida, simultânea e multi elementar, podendo detectar até 73 elementos ao mesmo tempo. Além disso, essa técnica espectroscópica utiliza-se de vários gases para a purga, e é caracterizado como mais seguro devido ao uso do gás argônio para seu funcionamento, a sua faixa linear é ampla e tolera matrizes complexas.

Fingolo et al. (2012) determinaram as concentração de minerais nas inflorescências da *M. acuminata* utilizando o ICP-OES (Spectroflame - Modelo P; potência de 1200W, AOAC [2000]). O destaque da pesquisa foi para as altas quantidades de Potássio (5.008,26 mg/100 g), o macroelemento mais abundante nas inflorescências de banana ouro, seguidas de Cálcio (377,63 mg/100 g) e Fósforo (365,86 mg / 100g). Os outros elementos, em ordem decrescente, são Magnésio, Sódio, Manganês, Zinco, Ferro e Cobre, revelando importantes propriedades funcionais e nutritivas na espécie.

O trabalho feito por Fingolo et al. (2012), assim como o de Silva, Sartori, Oliveira (2014) no Brasil, e por Sheng (2010) na China, analisaram o valor nutricional das diferentes espécies das inflorescências da *Musa sp* de banana, porém em relação à *Musa paradisiaca L* não foi encontrado, até o presente momento, nas bases de dados pesquisadas nenhum estudo utilizando a técnica de ICP-OES para análise de minerais. Assim, tal levantamento com outras espécies da mesma família foi oportuno para conhecer os minerais presentes. Portanto, este trabalho visa contribuir para o conhecimento do perfil dos macro e microelementos presentes nas inflorescências da *M. paradisiaca L*. de forma mais detalhada, utilizando a técnica de ICP-OES.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Identificar as concentrações de macroelementos e microelementos nutricionais na inflorescência da *Musa paradisiaca L.* (Musaceae).

#### 3.2 Objetivos Específicos

- a) Otimizar uma metodologia de digestão por micro-ondas para decomposição de brácteas e folhas da inflorescência da bananeira;
- b) Determinar a composição mineral da inflorescência da *Musa paradisiaca L.* pela técnica por espectroscopia de emissão de plasma acoplada indutivamente (ICP-OES);
- c) Comparar as concentrações de macroelementos e microelementos obtidos nas flores da *M. paradisiaca L.* com os limites de especificação dos valores de RDA/AI e UL de cada mineral para adultos, crianças, adolescentes, gestantes e idosos;
- d) Comparar as concentrações de macroelementos e microelementos obtidas nas flores da *M. paradisiaca L.* com os valores de para plantas comestíveis FAO/WHO;
- e) Comparar as concentrações de macroelementos e microelementos obtidas nas flores da *Musa paradisiaca L.* com outros estudos publicados envolvendo PANC's da mesma família quando disponíveis na literatura.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo analítico e prospectivo.

### 4.2 Coleta e preparo das amostras

A inflorescência da bananeira (*M. paradisiaca* L. - *Musaceae*), evidenciada na figura 2 e 3 foi coletada em maio de 2016 em uma área urbana da cidade de Campo Grande, no Mato Grosso do Sul (coordenadas: 20 ° 26'55.19 "S; 54 ° 40'24.93" W) figura 4. Todas as amostras coletadas (*M. paradisiaca* L. - *Musaceae*) foram depositadas em 23/06/2016 no herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com o número de cadastro 53972 CGMS (*M. paradisiaca* L. - *Musaceae*).

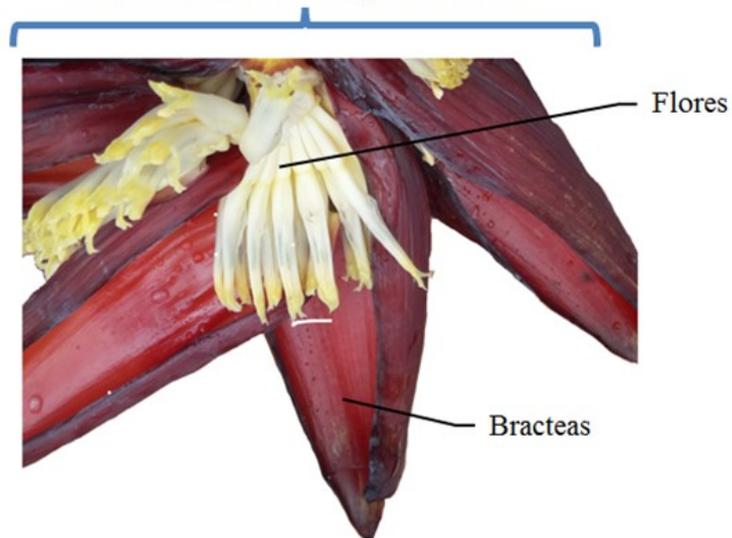
O número de cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) da *M. paradisiaca* L. - *Musaceae* é A7716EC. O SISGEN uma plataforma eletrônica de cadastramento obrigatório de todas as pesquisas, experimentais ou teóricas, realizadas com patrimônio genético brasileiro.

Figura 2 - a) Bananeira cultivada em quintais/área urbana (b) umbigo da bananeira



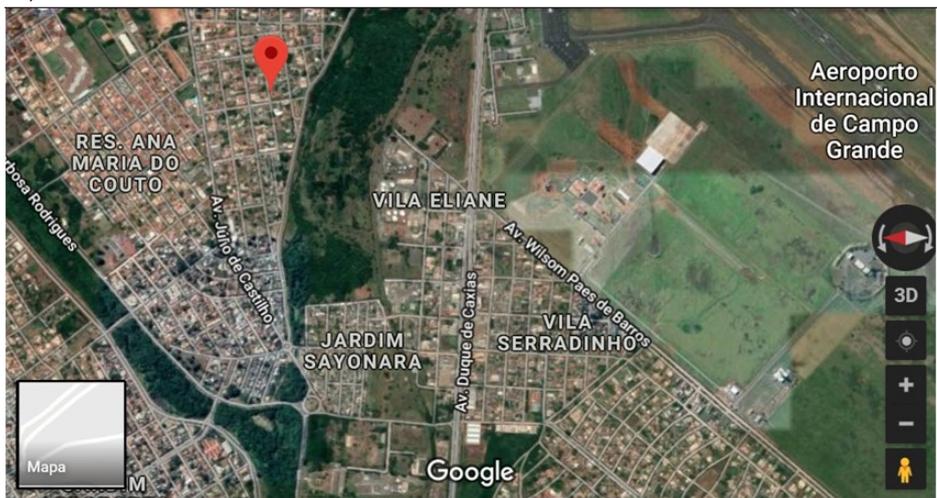
Fonte: Edição da autora

Figura 3 - Umbigo da bananeira, cujas flores e as brácteas foram utilizadas no estudo  
Inflorescência da *Musa paradisiaca* L.



Fonte: Edição da autora

Figura 4 - Local de coleta da amostra, coordenadas geográficas: 20 ° 26'55.19 "S; 54 ° 40'24.93" W



Fonte: GoogleMaps.

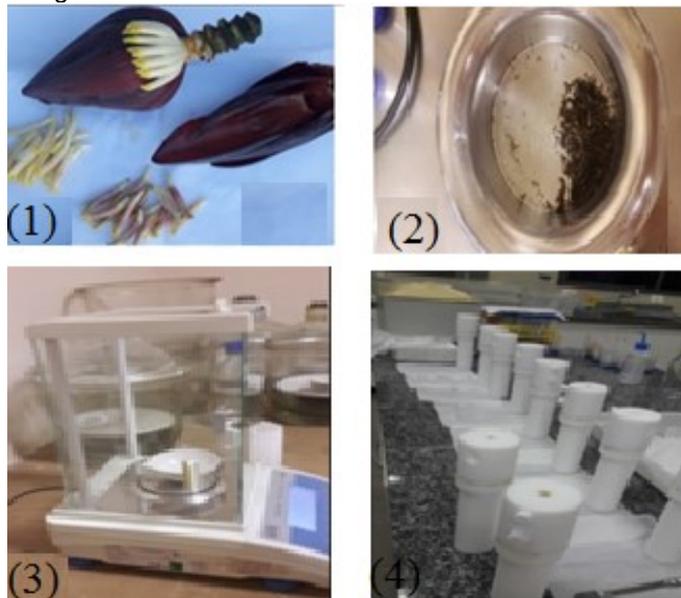
### 4.3 Otimização da Metodologia de digestão por microondas para decomposição de brácteas e flor da bananeira.

#### 4.3.1 Pré-preparo de amostras para digestão de microondas:

Antes do processo de digestão é necessário a realização de um pré-tratamento, ou seja, as seguintes etapas foram realizadas para a preparação da digestão por microondas:

Depois de coletada a inflorescência da bananeira, as flores foram separadas das brácteas (Figura 5, etapa 1), lavadas com água ultrapura e colocadas para secar em estufa a 50 °C por 72 horas. Depois de secas, as amostras foram trituradas, separadamente, com um moedor elétrico portátil de aço inoxidável para obter um pó muito fino (Figura 5, etapa 2). As amostras trituradas foram armazenadas em tubos polipropileno na temperatura ambiente até o momento do uso. Para o processo de digestão, uma quantidade de flores e brácteas, para cada teste proposto, foram pesadas em balança analítica (Figura 5, etapa 3), e diretamente armazenadas em tubos de Teflon Dap-60 (Figura 5, etapa 4).

Figura 5 - Etapas (1-4) para a preparação das amostras para a digestão



Fonte: Edição da autora

Nesse estudo, as amostras foram preparadas nos laboratórios da Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UTA-UFMS) e analisadas no laboratório de Metabolismo Mineral e Biomateriais da Faculdade de Medicina (FAMED).

#### **4.3.2 Procedimentos para digestão das amostras utilizando o digestor de micro-ondas:**

As amostras devem passar por um processo de digestão ácida, também denominada de processo de abertura. Tal processo é necessário para remover os compostos orgânicos presentes (KRUG; ROCHA, 2016). Dependendo do tipo de amostras, utiliza-se para a abertura o ácido nítrico, clorídrico, ou sulfúrico.

A preparação da amostra é um dos passos mais críticos no processo analítico. Frequentemente representando 60% do seu cronograma analítico e com um impacto fundamental no rendimento do laboratório e no desempenho analítico. Na verdade, quaisquer erros no processo de preparação da amostra prejudicam a qualidade dos dados em todos os estágios subsequentes de uma análise. Excelentes resultados começam com uma boa preparação e o Sistema de Preparação de Amostras de Micro-ondas (BERGHOF Products + Instruments GmbH - **speedwave 4**<sup>®</sup> - MicrowaveDigestion System) possui uma monitoração única e óptica de temperatura e pressão de cada amostra individual. Durante o processo de digestão ácida, todas as amostras estão sob as mesmas condições físicas, o que propicia uma digestão homogênea e resultados confiáveis. Embora o manual do **speedwave4**, forneça a metodologia de digestão para plantas, ervas, folhas, carnes, farinhas, leite etc, para algumas amostras como flores não há disponível uma metodologia para este tipo de amostra.

O Speedwave four<sup>®</sup> é equipado com um sistema de monitoramento de temperatura e pressão. Esse sistema determina a temperatura dentro dos vasos de pressão, medindo a radiação direta infravermelha emitida pela amostra. Isso permite que as temperaturas de todas as amostras sejam determinadas. Essa informação é reencaminhada para o módulo de controle de potência, que utiliza a temperatura

máxima medida para regular a potência do forno. O ajuste contínuo da saída do magnétron permite que a temperatura seja regulada com base em todo o conteúdo da embarcação. Por razões de instrumentação de medição, somente temperaturas acima de 50 °C (122 °F) podem ser exibidas. A temperatura de 50 °C (122 °F) é indicada no visor.

Alguns parâmetros controláveis pelo equipamento podem ser alterados para ocorrer uma melhor digestão, como o controle de temperatura e pressão, no qual ambos são muito importantes, uma vez que influenciam diretamente no processo de digestão. Assim, se faz necessário, também, variarmos tais parâmetros na otimização de uma metodologia.

A partir dessa premissa, foi indispensável desenvolver um método de digestão para inflorescência da bananeira, ou seja, a amostra não pode ser muito diluída em ácidos ou peróxidos para não afetar o processo de detecção de elementos traços. Diante dessa problemática, novas baterias de testes devem ser realizadas para que ocorra a digestão de certas amostras, no qual o seu processo de digestão não está presente no manual do equipamento ou em artigos publicados. Novos testes de metodologia de digestão incluem a variação da massa das amostras (folhas e brácteas), a quantidade de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), e, principalmente, as etapas de temperatura do processo de digestão. As Tabelas 1, 2, e 3, apresentadas abaixo, contêm a quantidade de amostra em massa, reagentes, procedimentos analíticos, e, programas de controle (etapas, temperatura, tempo de rampa, tempo de aquecimento e potência) utilizados neste trabalho.

De acordo com a padronização de estudos realizados por fabricantes ou artigos publicados, a quantidade de amostra necessária para a quantificação depende da concentração dos elementos cujas concentrações serão determinadas e os padrões estipulados pelo digestor de micro-ondas.

Tabela 1 - Teste 1 - Metodologia do equipamento para o procedimento de digestão de plantas, segundo o fabricante

Equipamento	Marca Speedwave four <sup>®</sup> (BERGHOF Products + Instruments GmbH Sistema de Digestão de Microondas, Alemanha)					
Reagentes	Amostra	500 mg				
	Ácido	Volume				
	HNO <sub>3</sub> (65%)	5,0 ml				
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%)	3,0 ml				
Programa de temperatura	Etapa	Temperatura (°C)	Pressão (bar)	Tempo de rampa (min)	Tempo de aquecimento (min)	Potência (%)
	1	150	30	10	5	50
	2	190	35	5	15	80
	3	50	25	1	10	0
Observações:	A solução em branco contém, 5,0 ml de ácido nítrico em 3,0 ml de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . Solução branco foi usada para zerar o instrumento.					

Tabela 2 - Teste 2 - Metodologia da otimização realizada a partir do procedimento de digestão de folhas (ROSA, 2017)

Equipamento	Marca Speedwave four <sup>®</sup> (BERGHOF Products + Instruments GmbH Sistema de Digestão de Microondas, Alemanha)					
Reagentes	Amostra	500mg				
	Ácido	Volume				
	HNO <sub>3</sub> (65%)	5,0 ml				
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%)	3,0 ml				
Programa de temperatura	Etapa	Temperatura (°C)	Pressão (bar)	Tempo de rampa(min)	Tempo de aquecimento(min)	Potência (%)
	1	145	30	2	5	80
	2	190	35	5	15	90
	3	50	0	1	10	0

Observações	Após a digestão, as amostras foram diluídas para 100 mL com água ultrapura. A concentração final de ácido das amostras foi bastante elevada (4% de HNO <sub>3</sub> ). Todas as análises foram realizadas em triplicata
	- A solução em branco contém, 5,0 ml de ácido nítrico em 3,0 ml de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . Solução branco foi usada para zerar o instrumento.

Tabela 3 - Teste 3 – Metodologia de otimização realizada para a digestão de flores e brácteas da inflorescência da bananeira:

Equipamento	Marca Speedwave four <sup>®</sup> (BERGHOF Products + Instruments GmbH Sistema de Digestão de Microondas, Alemanha)					
	Amostra	0,250 g				
Reagentes	Ácido	Volume				
	HNO <sub>3</sub> (65%)	3,0 ml				
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (35%)	2,0 ml				
	Água ultra pura	1,0 ml				
Programa de temperatura	Etapa	Temperatura (°C)	Pressão (bar)	Tempo de rampa(min)	Tempo de aquecimento(min)	Potência (%)
	1	90	170	5	10	35
	2	90	200	1	15	35
	3	0	50	1	10	0
	4	0	50	1	10	0
	5	0	50	1	1	0
Observações	- Após a digestão, as amostras foram diluídas para 30mL com água ultrapura. Todas as análises foram realizadas em triplicata					
	*100% de energia corresponde á1450 W de potência.					
	- A solução em branco contém 1 ml de água ultrapura, 2 ml de ácido nítrico em 1 ml de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . Solução branco foi usada para zerar o instrumento.					

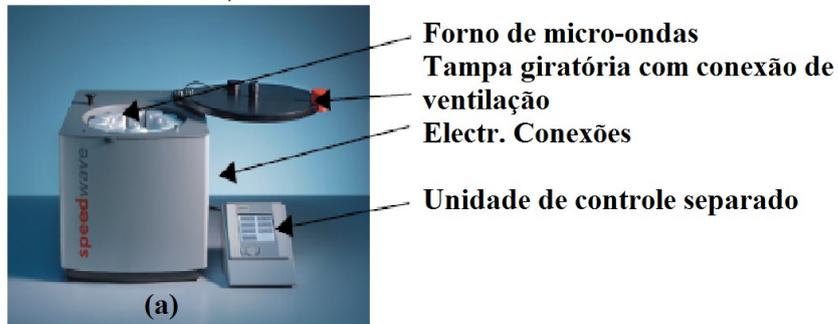
#### 4.4 Digestão por micro-ondas e análise elementar das amostras

Dando maior ênfase ao teste 3 (Tabela 3), uma quantidade amostra de 0,250g de flores, e 0,250 g de brácteas foram pesadas em balança analítica e colocadas separadamente em tubos DAP 60 (em triplicata).

Nas amostras previamente pesadas e em seus respectivos frascos foram adicionados 3 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$  65% Merck), 2 mL de peróxido de hidrogênio (35%  $\text{H}_2\text{O}_2$ , Merck) e 1 mL de água ultrapura (Millipore, Sistema de Purificação de Água Milli- Q Biocel, Alemanha).

As amostras foram colocadas no equipamento de digestão por micro-ondas (Figura 6) da marca Speedwave four<sup>®</sup> (BERGHOF Products + Instruments GmbH Sistema de Digestão de Micro-ondas, Alemanha). Os fornos de micro-ondas para fins analíticos são compostos pelo magnetron, guia de ondas, distribuidor de ondas, cavidade, frasco de digestão e rotor.

Figura 6 - a) Equipamento de microondas Speedwave four<sup>®</sup>, (b) Tubos de Teflon DAP60+, Tubo Aberto e conexões



Fonte: Edição da autora.

Todos os processos de digestão foram realizados utilizando o programa operacional especificado na Tabela 3, quatro estágios foram aplicados para a digestão.

Após o processo de digestão, as amostras foram conduzidas para leitura dos elementos, utilizando o espectrofotometro de emissão óptica com plasma acoplada indutivamente - ICP OES (Thermo Fisher Scientific, série iCAP 6000 Duo Bremen, Alemanha).

#### 4.4.1 Processo de detecção por ICP OES

Posteriormente ao processo de digestão realizado pelo sistema de micro-ondas, o conteúdo nos frascos são transferidos para os tubos Falcon de 50 ml, e depois complementado para um volume final de 30 ml utilizando água desionizada. Na sequência, as amostras são levadas para leitura dos elementos utilizando a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica Plasma Acoplada Indutivamente - ICP OES (Thermo Fisher Scientific, série iCAP 6000 Duo Bremen, Alemanha). As condições operacionais linhas de emissão selecionadas (comprimento de onda em nm) para a determinação dos elementos das flores e brácteas e condições de operação do ICP OES estão resumidas na Tabela 4.

Tabela 4 - Condições operacionais ICP-OES

Parâmetros	Valor
Potência de RF (W)	1250
Vazão da amostra (L min <sup>-1</sup> )	0.45
Vazão do gás do plasma (L min <sup>-1</sup> )	12
Tempo de Integração (s)	5
Tempo de Estabilização (s)	20
Pressão de nebulização (psi)	20
Modo de Visão	Axial
Gás (99.999%)	Ar
Comprimento de onda analítico (nm)	Al 308.215 nm, As 193.759 nm, Ca 422.673 nm, Cd 228.802 nm, Co 228.616 nm, Cr 267.716 nm, Cu 324.754 nm, Fe 259.940 nm, K 766.490 nm, Mg 279.553 nm, Mn 257.610 nm, Mo 202.030 nm, Na 589.592 nm, Ni 231.604 nm, P 177.495 nm, S 180.731 nm, Se 196.090 nm, V 309.311 nm, Zn 213.856 nm

Para a quantificação dos elementos utilizando o ICP-OES, soluções de calibração foram preparadas a partir de diluições de solução padrão 1000 mg L<sup>-1</sup> de Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, S, Se, V e Zn (Specsol, São Paulo, Brasil). Todos os materiais utilizados foram descontaminados em solução de ácido nítrico (10% v v<sup>-1</sup>) por 24 h. Os padrões de calibração foram do tipo externa, e para cada elemento foi utilizado o modelo estatístico adotado na regressão linear pelo método dos mínimos quadrados foi do tipo  $y = ax+b$ .

Para cada elemento detectado (Tabela 5) foi estabelecido um coeficiente de correlação ( $R^2$ ), um Limite de Detecção (LOD) e um Limite de Quantificação (LOQ), de acordo com Long e Winefordner (1983). Foi utilizado o branco da curva de calibração para determinar o LOD e LOQ do método de calibração. As análises foram feitas em triplicata para cada amostra.

Tabela 5 - Parâmetros de calibração externa obtidos pelo ICP OES

Elementos	* $R^2$	**LOD (mgL <sup>-1</sup> )	***LOQ (mgL <sup>-1</sup> )
Al	0,9996	0,001	0,003
As	0,9999	0,001	0,004
Ca	0,9999	0,00009	0,0001
Cd	0,9998	0,00008	0,0003
Co	0,9999	0,002	0,0008
Cr	0,9999	0,002	0,006
Cu	0,9997	0,002	0,006
Fe	0,9999	0,0005	0,002
K	0,9996	0,0001	0,0003
Mg	0,9999	0,00002	0,00006
Mn	0,9999	0,0001	0,003
Mo	0,9999	0,0003	0,001
Na	0,9997	0,0001	0,0005
Ni	0,9999	0,0005	0,002
P	0,9999	0,003	0,01
S	0,9999	0,002	0,006
Se	0,9994	0,0009	0,003
Vn	0,9999	0,0003	0,0009

Elementos	* $R^2$	**LOD ( $\text{mgL}^{-1}$ )	***LOQ ( $\text{mgL}^{-1}$ )
Zn	0,9996	0,00009	0,003

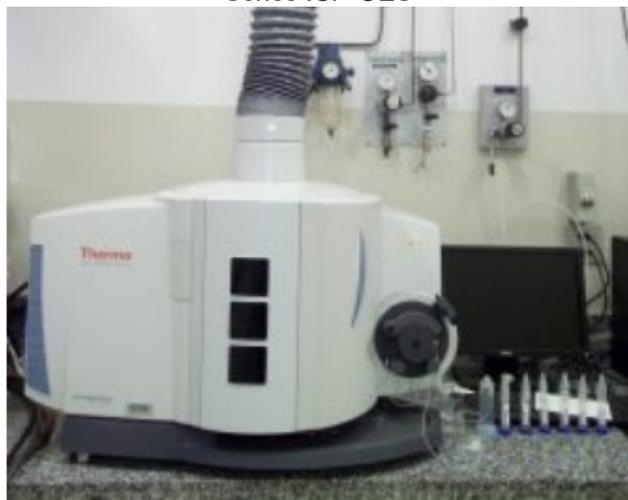
\* $R^2$  - coeficiente de correlação, \*\*LOD - limite de detecção;

\*\*\*LOQ - limite de quantificação

O limite de detecção (LOD) corresponde à concentração mínima que é possível diferenciar do branco, sem, no entanto, existir certeza estatística suficiente para poder quantificar com precisão. O limite de quantificação (LOQ) é definido como a menor concentração do elemento que pode ser quantificada na amostra, com precisão e exatidão admissível (LONG; WINEFORDNER, 1983).

Após a realização das curvas de calibração, foi realizada a leitura das amostras. As concentrações dos diferentes elementos nessas amostras foram determinadas utilizando as curvas de calibração padrão obtidas de soluções padrão dos elementos existentes. A Figura 7 mostra o ICP OES ThermoScientific utilizado para a determinação dos resultados nas amostras e para as curvas de calibração.

Figura 7 - Equipamento de espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado (ICP OES), ThermoScientific™ iCAP™ 7000 Series ICP-OES



Fonte: Edição da autora

#### 4.5 Critérios comparativos

Os elementos quantificados das amostras de flores e brácteas da inflorescência da bananeira foram comparados com os parâmetros estabelecidos pelas Referências

de Ingestão Alimentar – Dietary Reference Intakes – (DRIs) para mulheres e homens adultos e idosos (19 - >70 anos), crianças na fase de conhecimento dos alimentos (4-8 anos), adolescentes (14-18 anos) e gestantes são considerados grupos que precisam de maiores cuidados com a ingestão de nutrientes (OTTEN, HELLWIG, MEYERS, 2006).

Além da comparação com as DRIs, os valores obtidos foram comparados com os limites permitidos pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e Organização Mundial da Saúde (OMS) para plantas comestíveis (FAO/WHO, 1984).

A FAO/WHO (1984) propõe que quando as porcentagens calculadas em relação à DRI por porção ou mg /100 g forem maiores que 20%, o nutriente é considerado uma “excelente fonte” de nutriente. Já entre 10%- 19% o nutriente de referência representa uma “boa fonte” de nutrientes, e quando for menor 10%, representam que o nutriente se encontra em baixa concentração e não é uma boa fonte do mineral analisado.

Em adição aos resultados encontrados, os mesmos também foram comparados aos elementos de outros trabalhos que envolviam alimentos comumente ingeridos ou não pela população, como os diferentes tipos de palmitos de várias espécies que possuem textura e/ou sabor parecidos ao da inflorescência da bananeira, mostrando que a mesma pode ser inserida na alimentação da população.

#### **4.6 Análise Estatística**

Os dados foram expressos por meio de média das triplicatas e desvio-padrão. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Após a verificação da normalidade foi utilizado para comparação das médias o teste paramétrico T. Foi adotado  $p < 0,05$  como nível de significância. O software utilizado foi o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 18.0..

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Metodologia de Digestão

Embora sejam descritas neste trabalho apenas três tentativas de chegarmos a uma otimização de digestão por micro-ondas, para que possamos quantificar o maior número de elementos e com boa precisão, uma das questões primordiais da otimização para digestão é a quantidade de massa de amostras (flores e brácteas) necessárias para tal finalidade. O sucesso em utilizarmos 0,25 gramas de amostras (flores e bracteas) adicionando água ultrapura foi crucial para a detecção de alguns elementos.

O acréscimo de  $\text{HNO}_3$  não compromete a eficiência de decomposição, devido a uma série de processos químicos que ocorrem durante a digestão da matéria orgânica, o que influencia é a característica da matriz. Várias reações químicas dependem e envolvem a molécula de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) na atmosfera interna do frasco, assim como também, dependem da variação de temperatura (KRUG; ROCHA, 2016). A adição de água ultrapura ( $\text{H}_2\text{O}$ ) interfere no processo de decomposição da matéria orgânica e a mesma faz parte das reações químicas que ocorrem durante o processo de digestão. Em princípio, nenhum material é absolutamente resistente a uma solução, mesmo que somente água ultrapura entre em contato com o mesmo agindo como um reagente ou solvente.

De acordo com Aranha et al., (2016) em seus estudos de digestão de tecidos biológicos, a utilização da água ultrapura com reagentes como o Hidróxido de Tetrametilamônio (TMAH), ajuda na hidratação do meio permitindo que o reagente penetre mais facilmente na matriz, ocasionando em uma liberação das espécies metálicas.

No processo de digestão de ervas, de acordo com a recomendação de alguns equipamentos, utiliza-se 500 mg da amostra no recipiente de digestão e adiciona-se 8,0 mL de  $\text{HNO}_3$  (70%) e 2,0 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (30%), a temperatura é estipulada pelo programa de micro-ondas, para que ocorra a digestão. Por outro lado, para algumas espécies de plantas, já são utilizados 400 mg da amostra no recipiente de digestão e adiciona-se 5,0 mL de  $\text{HNO}_3$  (70%) e 3,0 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (30%). Por exemplo, para as folhas do tomate, é

utilizado 500 mg da amostra no recipiente de digestão, adiciona 5,0 mL de HNO<sub>3</sub> (70%) e 3,0 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%), e o programa de temperatura do micro-ondas é diferente de outros já estabelecidos para que ocorra uma digestão completa da amostra. No caso de amostras biológicas como sangue, são utilizados 2,0 mL da amostra no recipiente de digestão com 8,0 mL de HNO<sub>3</sub>, e o programa de temperatura sugerido no manual do micro-ondas é diferente do realizado pelas ervas e folhas.

## 5.2 Quantificação dos elementos

Na Tabela 6, as concentrações dos elementos determinados nas flores e brácteas da inflorescência da bananeira analisada são mostradas com o valor das médias aritméticas, desvio padrão e valor - p. No presente trabalho, a concentração de macrossubstâncias e microssubstâncias nas flores aumenta na ordem: S > Mg > Ca > P e Cr > Ni > Cu > Fe > Zn. Respectivamente, a concentração de macrossubstâncias e microssubstâncias nas brácteas também aumenta na ordem: S > Mg > P > Ca e Cr > Ni > Cu > Fe > Zn.

No trabalho de Fingolo et al. (2012) analisaram através do ICP-OES, os minerais da inflorescência da *M. acumiata*, e encontraram os seguintes elementos: Magnésio, Fósforo, Potássio Cálcio, Sódio, Manganês, Cobre, Zinco e Ferro. Os elementos encontrados na *M. paradisiaca* L. foram Enxofre, Magnésio, Cálcio, Fósforo, Cromo, Níquel, Cobre, Zinco e Ferro. Os resultados dos elementos analisados em nosso estudo são apresentados na Tabela 6.

Ressalta-se que a concentração de cada elemento obtido em nosso estudo nas flores e brácteas é apresentada em mg/kg, conforme Tabela 6.

Observa-se que alguns elementos não foram detectados, pois o nível de detecção foi abaixo do LOD (<LOD), isso quer dizer que a presença desses elementos na quantidade de massa da amostra estão abaixo do LOD. De fato, a ausência de elementos como Alumínio, Arsênio e Cádmiu é importante para o controle da qualidade da inflorescência da bananeira, pois tais elementos podem causar risco à saúde quando ingeridos em grande quantidades ou diariamente.

No caso do Potássio, a concentração desse mineral ultrapassou o limite das curvas de calibração. Ou seja, isso significa a concentração de K contida na amostra é alta, o que torna o seu valor acima do maior valor estabelecido pela curva de calibração.

Tabela 6 - Determinação de macroelementos e microelementos nas flores e brácteas da inflorescência da bananeira por ICP-OES (média  $\pm$  desvio padrão)

	Flores(mg/kg)	Brácteas(mg/kg)	p- valor
Macroelementos			
S	901,00 $\pm$ 8,59	755,97 $\pm$ 2,90	0,0001*
Mg	1716,02 $\pm$ 22,61	1726,86 $\pm$ 20,28	0,570
Ca	2854,44 $\pm$ 54,12	3806,32 $\pm$ 40,66	0,0001*
P	3073,89 $\pm$ 36,01	2823,98 $\pm$ 5,51	0,001*
K	----**	----**	
Na	< LOD	< LOD	
Al	< LOD	< LOD	
Microelementos			
Cr	0,27 $\pm$ 0,16	0,47 $\pm$ 0,09	0,140
Ni	0,72 $\pm$ 0,03	0,70 $\pm$ 0,04	0,998
Cu	3,85 $\pm$ 0,07	3,18 $\pm$ 0,08	0,0001*
Zn	25,65 $\pm$ 0,37	18,07 $\pm$ 0,14	0,0001*
Fe	18,44 $\pm$ 0,52	16,55 $\pm$ 0,44	0,008*
Se	< LOD	< LOD	
V	< LOD	< LOD	
Mn	< LOD	< LOD	
Mo	< LOD	< LOD	
Co	< LOD	< LOD	
Cd	< LOD	< LOD	
As	< LOD	< LOD	

< LOD- As concentrações de analito estavam abaixo dos limites de detecção.

\*Valor de  $p < 0,05$ , definido pelo teste T. \*\* concentração muito alta

Verificou-se, entre os macroatmentos analisados, que houve diferença significativa entre os teores das flores e das brácteas para S, Ca, e P ( $p < 0,001$ ). Em relação aos microatmentos, observou-se que os teores de Cr e Ni não diferiram significativamente ( $p > 0,005$ ) entre flores e brácteas, conforme resultados da Tabela 6.

A comparação da concentração dos elementos que foram detectados nas flores e nas brácteas da inflorescência da banananeira são apresentados em mg/100 g, conforme Tabela 7 para adultos e idosos e, na Tabela 8, para crianças, adolescentes e gestantes.

Tabela 7 - Comparação de macro e microelementos encontrados em flores e brácteas da inflorescência da bananeira (média ± desvio padrão) com recomendações nutricionais para adultos e idosos

	Flores (mg/100g)	Brácteas (mg/100g)	Homens 19-30	Mulheres 19-30	Homens 31-50	Mulheres 31-50	Homens 51- 70>70	Mulheres 51-70 >70	Planta comestível	
Macroelementos			<sup>1</sup> RDA/AI (mg/dia)	<sup>1</sup> RDA/AI* (mg/dia)	<sup>2</sup> FAO/WHO mg/100g)	UL (mg/dia)				
S	90,100± 0,859	75,597 ± 0,290	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mg	171,602 ± 2,261	172,686 ± 2,028	400	310	420	320	420	320	ND	350**
Ca	285,444 ± 5,412	380,632 ± 4,066	1.000*	1.000*	1.000*	1.000*	1.200	1.200	ND	2.500
P	307,389 ± 3,601	282,398 ± 0,551	700	700	700	700	700	700	ND	4.000 >70 = 3.000
<b>Microelementos</b>										
Cr	0,027 ± 0,016	0,047 ± 0,009	0,035	0,025	0,035	0,025	0,030	0,020	0,002	----***
Ni	0,072 ± 0,003	0,070 ± 0,004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,163	1
Cu	0,385± 0,007	0,318 ± 0,008	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,3	10
Zn	2,565 ± 0,037	1,807 ± 0,014	11	8	11	8	11	8	2,74	40
Fe	1,84±0, 52	1,66±0,44	8	18	8	18	8	8	2	45

Nota:ND = Não determinado <sup>1</sup>Valores de referências diárias(mg/dia) \*O valor para AI é apresentado onde não há referências RDA disponíveis (OTTEN, HELLWIG, MEYERS, 2006)e <sup>2</sup>FAO/WHO (1984) (mg/100 g).\*\* UL para magnésio representam a ingestão de agentes farmacológicos apenas e não incluem a ingestão de alimentos e água\*\*\* Os dados foram insuficientes para serem definidos como UL. Na ausência de um valor de UL, pode ser necessária precaução extra em níveis de consumo ingestão recomendada.

Tabela 8 - Comparação de macro e microelementos encontrados em flores e brácteas da inflorescência da bananeira (média ± desvio padrão) com recomendações nutricionais para crianças adolescentes e gestantes

	Flores (mg/100g)	Brácteas (mg/100g)	Crianças 4 -8 anos		Adolescentes 14 -18		Gestantes		Planta comestível  <sup>2</sup> FAO/WHO (mg/100g)
			<sup>1</sup> RDA/AI (mg/dia)	UL (mg/dia)	<sup>1</sup> RDA/AI* (mg/dia)	UL (mg/dia)	<sup>1</sup> RDA/AI* (mg/dia)	UL (mg/dia)	
<b>Macrominerais</b>									
S	90,100 ± 0,859	75,597 ± 0,290	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mg	171,602 ± 2,261	172,686 ± 2,028	130	350**	385	350**	370	350**	ND
Ca	285,444 ± 5,412	380,632 ± 4,066	1.000	2.500	1.300	3.000	1.100	2.666	ND
P	307,389 ± 3,601	282,398 ± 0,551	500	3.000	1.250	4.000	883	3.500	ND
<b>Microminerais</b>									
Cr	0,027 ± 0,016	0,047 ± 0,009	0,015	ND	0,029	ND	0,029	ND	0,002
Ni	0,072 ± 0,003	0,070 ± 0,004	ND	0,3	ND	1	ND	1	0,163
Cu	0,385 ± 0,007	0,318 ± 0,008	0,440	3	0,890	8	1,0	9,333	0,3
Zn	2,565 ± 0,037	1,807 ± 0,014	5	12	10	34	11,3	38	2,74
Fe	1,84±0,520	1,66±0,440	10	40	Homem 11 Mulher 15	45	27*	45	2

Nota:ND = Não determinado <sup>1</sup>Valores de referências diárias (mg/dia) \*O valor para AI é apresentado onde não há referências RDA disponíveis (OTTEN, HELLWIG, MEYERS, 2006) e <sup>2</sup>FAO/WHO (1984) (mg/100 g).\*\* UL para magnésio representam a ingestão de agentes farmacológicos apenas e não incluem a ingestão de alimentos e água.

Não há limite de ingestão diária estabelecida pelos valores de RDA e AI e nem determinação de ingestão tolerável UL de enxofre para homens e mulheres adultos, adolescentes, crianças de (4-8 anos), idosos e gestantes. A quantidade de Enxofre encontrada nas flores da inflorescência da bananeira foi superior à quantidade de Enxofre das brácteas (Tabela 7). Entretanto, o Enxofre é conhecido por ser de baixa toxicidade e representar pouco risco para a saúde humana e animal. O Enxofre age na regulação da glicose e auxilia no transporte de minerais, melhorando a ação das vitaminas e enzimas. Sua deficiência pode resultar em problemas de ossos, cabelos, peles e unhas (UNDERWOOD; SUTTLE, 2003). Para plantas comestíveis, os limites da FAO/WHO (1984) ainda não foram estabelecidos para o Enxofre, Cálcio Fósforo e Magnésio.

A quantidade de Magnésio encontrada nas flores da inflorescência da *M. paradisiaca* L. foi de  $40,85 \pm 0,53\%$  da RDA para o sexo masculino (420 mg/dia) e  $53,62 \pm 0,70\%$  da RDA para o sexo feminino (320 mg/dia). As concentrações de Magnésio nas brácteas correspondem a  $41,11 \pm 0,48\%$  da RDA para homens (420 mg/dia) e  $53,96 \pm 0,063\%$  de RDA para mulheres (320 mg/dia). Após a comparação da concentração de Magnésio nas amostras com a DRA, foi observado que a quantidade de Magnésio presente nas flores e brácteas não apresentou diferença significativa, de acordo com as médias encontradas nas amostras ( $p = 570$ ). Em relação aos valores propostos pela RDA, conclui-se que as flores e as brácteas são excelentes fontes de Magnésio para homens e mulheres adultos, idosos, crianças (4-8 anos), adolescentes e gestantes.

É importante ressaltar que a UL de Magnésio encontrada na DRI é de 350 mg/dia, o que representa a ingestão de agentes farmacológicos apenas, e não incluem a ingestão de alimentos e água.

No trabalho de Fingolo et al. (2012) sobre a inflorescência da *M. acumiata*, os autores encontraram a quantidade de 260 mg/100 g, superior ao da inflorescência da *M. paradisiaca* L., revelando ser excelente fonte de Magnésio também. Um estudo feito por Monteiro et al. (2002) que analisou a composição dos nutrientes do palmito e do coração da palmeira *in natura* e processados obteve 130 mg/100 g de Magnésio no palmito e 150 mg/100 g no coração da palmeira. Pode-se observar que a quantidade de

Magnésio nas inflorescências das bananeiras foi maior que o teor de Magnésio encontrado no palmito e no coração da palmeira, relatado no estudo supracitado.

Yuyama et al. (1999) analisaram palmito pupunha *in natura* e encontraram 3,4 mg/100 g de Mg e o palmito pupunha congelado, onde a quantidade encontrada foi de 2,2 mg/100 g, quantidade bem inferior ao que foi encontrado nas inflorescências das bananeiras.

Galdino e Clemente (2008) analisaram palmito pupunha e encontraram 590 mg/100 g de Magnésio na amostra, Freitas e Fugmann (1990) encontraram no palmito creme (o miolo do palmito) 805 mg/100 g de Mg e no palmito semifibroso (a parte de fora, mais resistente ao corte), 621 mg/100 g de Magnésio, sendo que a quantidade por 100 g ultrapassa os limites toleráveis de ingestão. O consumo excessivo de Magnésio de fontes alimentares não está associado a efeitos adversos, por isso a UL de Magnésio não inclui ingestão de alimentos e água.

O Cálcio encontrado nas flores foi de  $285,444 \pm 5,412$  mg/100 g, o que corresponde a  $28,544 \pm 0,542\%$  da AI para homens, mulheres e crianças (4-8 anos) (1.000 mg/dia), para adultos/idosos (50-70 anos) e gestantes a concentração de Cálcio foi de  $25,95 \pm 0,492\%$  da AI para essa faixa etária (1.100 mg/dia). Para os idosos, acima de 70 anos  $23,789 \pm 0,451$  da AI (1.200 mg/dia) e para adolescentes (14-18 anos)  $21,96 \pm 0,416\%$  da AI (1.300 mg/dia). A recomendação de ingestão de Cálcio em alguns casos clínicos é importante, pois o Cálcio é um mineral fundamental no organismo, estando envolvido principalmente no crescimento (adolescentes) e fortalecimento (idosos) dos ossos, sendo responsável pela transmissão de sinais do meio extracelular para o meio intracelular e contração muscular (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

A concentração de Cálcio encontrada nas brácteas foi de  $380,632 \pm 4,066$  g/100 g, o que corresponde a  $38,062 \pm 0,406\%$  do AI para homens e mulheres e crianças (4-8 anos) (1.000 mg/dia). Para adultos/idosos (50-70 anos) e gestantes a concentração de Cálcio foi de  $34,550 \pm 0,370\%$  da AI para essa faixa etária (1.100 mg/dia). Já para idosos acima de 70 anos  $31,670 \pm 0,033$  da AI (1200 mg/dia) e para adolescentes (14-18 anos)  $29,24 \pm 0,031\%$  da AI (1300 mg/dia),

Após comparação da concentração de Cálcio nas flores e nas brácteas com os valores propostos pela AI, verifica-se que as flores e as brácteas são excelentes fontes de Cálcio para mulheres, adultos, crianças (4-8 anos), adolescentes, idosos e gestantes, assim como a quantidade de Cálcio encontrada na inflorescência da bananeira da *M. acumiata*, na pesquisa de Fingolo et al. (2012), em que a quantidade de Cálcio foi de 377,6mg/100g. Já Freitas e Fugmann (1990) analisaram a quantidade de Cálcio do palmito creme e encontraram 1072 mg/100 g e no palmito semifibroso 771mg /100 g, quantidades superiores da inflorescência de *M. paradisiaca L.*, porém não ultrapassa a UL de 2500 mg/dia.

Monteiro et al. (2002), encontraram no palmito 270 mg/100 g de Cálcio e 190 mg/100 g no coração da palmeira, no estudo de Hiane et al. (2011) os autores encontraram no palmito de graviola *in natura* 26,52 mg/100 g de Cálcio e palmito de graviola congelado 16,64 mg/100 g de Ca, e Yuyama et al. (1999), que analisaram palmito pupunha *in natura* e encontraram 42,4 mg/100 g de Cálcio e palmito pupunha congelado com 42,9 mg/100 g, observa-se que a quantidade desse mineral é inferior ao que foi encontrado na inflorescência da bananeira.

A deficiência crônica de Cálcio pode ser resultado da ingestão inadequada de alimentos fontes deste nutriente, o mineral é reabsorvido do esqueleto para manter uma concentração circulante normal, comprometendo assim a saúde óssea e, conseqüentemente, promovendo a redução da massa óssea e da osteoporose (DRI, 2006). Portanto, as flores e brácteas das inflorescência da *M. paradisiaca L.* são excelentes fontes de Cálcio, podendo ser usadas como alimento, para adultos, crianças gestantes e principalmente idosos e adolescentes que precisam de uma ingestão maior de Cálcio.

A concentração de Fósforo nas flores foi de  $307,389 \pm 3,601$  mg/100 g e  $282,398 \pm 0,551$  mg/100 g nas brácteas, o que corresponde a  $43,912 \pm 1,742\%$ , e  $40,425 \pm 0,073\%$  da RDA para homens, mulheres e idosos (19 - 70 anos) (700 mg/dia), e para crianças (4 - 8 anos)  $61,48 \pm 0,72\%$  nas flores e  $56,48 \pm 0,11\%$  nas brácteas da RDA (500 mg/dia), para adolescentes (14 – 18 anos)  $24,59 \pm 0,288 \%$  nas flores e  $22,59 \pm 0,044\%$  nas brácteas da RDA (1250 mg/dia), para gestantes  $34,81 \pm 0,407 \%$  nas flores e  $31,98 \pm 0,062\%$  nas brácteas conforme a RDA (883 mg/dia). Após comparação de

concentração de Fósforo nas flores e nas brácteas com os valores propostos pela AI, observou-se que as flores e as brácteas são excelentes fontes de Fósforo para crianças (4-8 anos), adolescentes (14 -18 anos), homens, mulheres e idosos ( 19 - >70 anos).

Assim como a inflorescência da *M. paradisiaca L.* é uma excelente fonte de Fósforo, a inflorescência da *M. acumiata* estudada por Fingolo et al. (2012) também é excelente fonte, pois tem 365,9 mg/100 g de Fósforo. O Fósforo é um componente importante para ossos e dentes, sustenta o crescimento dos tecidos e substitui os estoques de Fósforo que são perdidos pela excreção e pela troca de células da pele (DRI, 2006).

Monteiro et al. (2002) encontraram no palmito 520 mg/100 g de Fósforo, quantidade maior, que da *M. paradisiaca L.*, já no Coração da palmeira, a quantidade encontrada foi 260 mg/100 g de Fósforo, inferior ao da *M. paradisiaca L.*, assim como Hiane et al. (2011), em que encontraram no palmito graviola *in natura* 40,61 mg/100 g de Fósforo e no palmito de graviola congelado 39,15 mg/100 g de Fósforo.

Quantidades de Fósforo superiores a encontrada na *M. paradisiaca L.* foram encontradas nos trabalhos de Galdino e Clemente (2008), que analisaram palmito pupunha 420 mg/100 g e de Freitas e Fugmann (1990) encontraram no palmito creme 693 mg/100 g e no palmito semifibroso 504 mg/100 g, esses resultados não ultrapassaram a UL de Fósforo de 4.000 mg/dia, portanto também são considerados excelentes fontes de Fósforo. A hiperfosfatemia por causas alimentares é reladata nas DRI (2006) como uma preocupação com o aumento da ingestão de Fósforo, através de refrigerantes a base de cola que contenham ácido fosfórico e alimentos processados contendo aditivos de fosfato, que podem causar redução da absorção de Cálcio, calcificação de tecidos não esqueléticos, particularmente os rins. Mais uma vez vale atentar que a melhor forma é a ingestão de nutrientes através de alimentos naturais e evitar o consumo exagerado de alimentos industrializados.

De acordo com os dados da Tabela 7 e 8, a concentração de cromo encontrada nas flores corresponde a  $77,142 \pm 45,714\%$  da RDA para homens de 19 – 50 anos (0,035 mg/dia) e  $108,0 \pm 36,0\%$  da RDA para mulheres da mesma faixa etária (0,025 mg/dia). O conteúdo encontrado nas brácteas corresponde a  $134,285 \pm 25,714\%$  da RDA para homens (0,035 mg/dia) e  $188,0 \pm 36,0\%$  da RDA para mulheres (0,025

mg/dia). Já para homens acima de 51 anos a concentração de cromo encontrada foi de  $90 \pm 53,0\%$  nas flores e  $157 \pm 30,0\%$  nas brácteas da RDA (0,030 mg/dia), para mulheres acima de 51 anos a concentração de cromo encontrada nas flores foi de  $135 \pm 80,0 \%$  e nas brácteas foi  $235 \pm 45,0\%$  da RDA (0,020 mg /100 g). Para crianças entre 4 – 8 anos as concentrações de flores encontradas foram de  $180 \pm 107 \%$  e nas brácteas  $313 \pm 60,0\%$  da RDA (0,015 mg/dia). Gestantes e adolescentes (14 -18 anos) possuem a mesma RDA (0,029 g/dia), em que a concentração de cromo nas flores foi de  $91,53 \pm 54,20 \%$  e nas brácteas  $159 \pm 30,51\%$  da RDA.

Após a comparação da concentração de cromo nas flores e nas brácteas, com os valores propostos pela RDA, observou-se que são excelentes fontes de cromo para adultos, crianças (4-8 anos), idosos, adolescentes (14- 18 anos) e gestantes. Segundo Cozzolino (2013), o cromo dietético potencializa a ação da insulina, estudos demonstraram efeitos benéficos sobre a glicose, insulina e lipídios circulantes.

Verificou-se que a concentração de cromo nas flores e brácteas foi superior ao limite permitido estabelecido pela FAO/WHO (1984) em plantas comestíveis (0,002 mg /100 g), porém Cozzolino (2013) afirma que a toxicidade de cromo por alimentos é baixa devido a sua má absorção.

Yuyama et al. (1999) encontraram no palmito pupunha *in natura* 8,6mg/100g de cromo e no palmito pupunha congelado 2,8 mg/100 mg de Cromo, apesar de não existir UL definida para ingestão diária desse elemento, nenhum efeito adverso foi convincentemente associado ao excesso de ingestão de alimentos ou suplementos, mas isso não significa que não haja potencial para efeitos adversos resultantes de altas ingestões, indivíduos suscetíveis, como pessoas com doença renal e hepática preexistentes, devem ser cuidadosas com a ingestão desse nutriente.

Não há recomendações de ingestão diária de Níquel para homens e mulheres adultos, adolescentes, crianças de (4-8 anos), idosos e gestantes. Já a quantidade de Níquel das flores  $0,072 \pm 0,003$  mg /100 g e das brácteas  $0,070 \pm 0,004$  mg/100 g, não tiveram diferença significativa de acordo com as médias ( $p = 0,998$ ) encontradas nas amostras. O Níquel é um mineral essencial, encontrado em maior quantidade em alimentos de origem vegetal (GROPPER, 2012). Já a quantidade de ingestão limite de UL de Níquel é 1 mg/dia e o limite admissível fixado pela FAO/WHO (1984), para

plantas comestíveis foi de 0,163 mg/100 g. Portanto, as flores e as brácteas possuem valor de Níquel inferior ao limite fixado pela FAO/WHO e UL.

De acordo com as tabelas 7 e 8, pode-se observar que a concentração de Cobre nas flores e brácteas da inflorescência da *M. paradisiaca* L. comparadas com o valor proposto pelas RDA para adultos, idosos, gestantes crianças (4-8 anos) e adolescentes são excelentes fontes de Cobre. O Cobre funciona como um componente de várias metaloenzimas, que atuam como oxidases na redução do oxigênio molecular, ajudando na reações alérgicas, no metabolismo da epinefrina norepinefrina e dopamina (hormônios relacionados ao bem estar), fazem ligação do Ferro à transferrina, protege contra danos oxidativos (DRI, 2006; COZOLLINO, 2013).

O limite admissível estabelecido pela FAO/WHO (1984) para cobre em plantas comestíveis foi de 0,3 mg /100 g, portanto, a quantidade de cobre encontrada nas flores e as brácteas ultrapassou do limite fixado pela FAO/WHO. Porém, a UL de Cobre é 10 mg/dia, sendo que a toxicidade de Cobre a longo prazo não foi bem estudada em humanos, mas é raro em populações normais, sem algum defeito do metabolismo em relação ao Cobre. Grandes efeitos adversos têm sido associados ao excesso da ingestão de sais de Cobre em suplementos e água potável, a maioria só foi relatada com base em ingestão aguda e não crônica (DRI, 2006; COZZOLINO, 2013).

Quando analisam-se os estudos que avaliaram o Cobre, como o de Fingolo et al. (2012), que encontraram na inflorescência da *M. acumiata* 1,37 mg/100 g, Monteiro et al. (2002) que analisaram a palmeira e encontraram 0,925 mg/100 g e no coração da palmeira 0,740 mg/100 g, Galdino e Clemente (2008) analisaram palmito pupunha 1,298 mg/100 g, todas quantidades excessivas e acima do limite fixado pela FAO/WHO (1984) em plantas comestíveis.

Já Freitas e Fugmann (1990) encontraram no creme de palmito a quantidade de 0,0291 mg/100 g, e no palmito semi fibroso 0,0272 mg /100 g, tais quantidades não ultrapassam a quantidade de cobre estabelecidas FAO/WHO (1984) para plantas comestíveis.

A concentração de Zinco nas flores correspondeu a  $23,318 \pm 0,336\%$  e das brácteas correspondeu a  $16,427 \pm 0,127\%$  do valor estabelecido pela RDA para homens adultos e idosos e mulheres gestantes (11 mg/dia) e  $32,06 \pm 0,42\%$  nas flores

e  $22,587 \pm 0,175\%$  do valor estabelecido para mulheres adultas e idosas (8 mg/dia). A concentração do valor estabelecido pela RDA para homens (11 mg/dia) e mulheres (8mg /dia).

As flores da inflorescência da *Musa paradisiaca L* também são excelentes fontes de Zinco para todos os grupos avaliados. As brácteas são excelentes fontes para mulheres adultas e idosas, crianças e adolescentes. Mas para as gestantes e os homens adultos e idosos as brácteas são considerados boa fonte de Zinco.

O limite admissível estabelecido pela FAO/WHO (1984), para Zinco em plantas comestíveis foi de 2,74 mg /100 g. Portanto, as flores e as brácteas da *M. paradisiaca L.* estão dentro do limite.

Comparando com a quantidade de Zinco encontrada no trabalho de Fingolo et al. (2012), que analisou a inflorescência da *M. Acumiata*, encontraram 4,01 mg/100 mg de Zinco, ou seja, as inflorescências da bananeira das duas espécies citadas são excelentes fontes de Zinco. Monteiro et al. (2002) encontrou no palmito 4,94 mg /100 mg de Zinco e no coração da palmeira 11,06 mg/100 mg, Galdino e Clemente (2008) analisaram palmito pupunha e encontraram 7,38 mg/100 g de Zn e Freitas e Fugmann (1990), encontraram no palmito creme 14,05 mg/100 g e no palmito semi fibroso 11,53 mg/100 g desse mineral, todos esses palmitos ultrapassam a quantidade de Zinco recomendada pela FAO/WHO (1989) para plantas comestíveis, porém não ultrapassando a UL de Zinco que é de 40 mg/dia.

A pesquisa de Yuyama et al. (1999) encontrou no palmito pupunha *in natura* 0,5mg/100g de Zinco e palmito pupunha congelado 0,37 mg/100 g de Zinco, valores inferiores a quantidade de Zinco encontrada na inflorescência da *M. paradisiaca L.*, fazendo dessa PANC um alimento que pode ser consumido para suprir as necessidades de Zinco, um mineral essencial para o desenvolvimento e crescimento adequado.

A concentração de Ferro na amostra para homens adultos (19 - 50 anos) e homens e mulheres idosos (51 - > 70 anos) foi de  $23 \pm 6,5 \%$  nas flores e  $20,75 \pm 5,5\%$  nas brácteas, de acordo com RDA (8 mg/dia), mostrando ser excelente fonte para essa faixa etária. Já para mulheres adultas (19 -50 anos, a concentração de Ferro para flores foi de  $10,22 \pm 2,88\%$  e para as brácteas  $9,22 \pm 2,44\%$  da RDA (18 mg/dia), essa

quantidade de recomendação superior a dos homens e de idosos, devido ao fato das mulheres estarem em período fértil, e com isso acontecem perdas de Ferro durante a menstruação, para evitar a falta desse nutriente no organismo da mulher. Para gestantes, as recomendações aumentam para 27 mg/dia, devido às necessidades fetais durante a gravidez. A concentração de Ferro das flores  $6,81 \pm 1,92\%$  e  $6,15 \pm 1,62\%$  nas brácteas, de acordo com AI, mostrando que não são boa fonte para mulheres em idade fértil e gestantes.

Para crianças (4-8 anos) a concentração de Ferro encontrada nas flores foi de  $18,4 \pm 5,2\%$  e nas brácteas  $16,6 \pm 4,4\%$  da RDA (10 mg/dia), e, a concentração para adolescentes (14-18 anos) encontrada nas flores foi de  $14,15 \pm 4,0\%$ , e nas brácteas  $12,77 \pm 3,34\%$  da RDA (13 mg/dia), mostrando que para crianças e adolescentes as flores e brácteas da inflorescência são boas fontes de Ferro.

Relacionando a quantidade de Ferro quantificada na pesquisa com a quantidade de Ferro detectada no trabalho de Fingolo et al. (2012), que analisou a inflorescência da *M. Acumiata*, encontraram 3,69 mg/100 mg de Ferro, quantidade superior a encontrada na inflorescência da *M. paradisiaca* L.. Monteiro et al. (2002) encontraram no palmito 0,925 mg/100 mg e no coração da palmeira 1,66 mg/100 mg de Ferro, a mesma quantidade encontrada nas brácteas da inflorescência pesquisada.

Galdino e Clemente (2008) analisaram palmito pupunha e encontraram 1,04 mg /100 g e Freitas e Fugmann (1990), encontraram no palmito creme 7,1mg/100g e no palmito semi fibroso 5,6 mg/100 g de Ferro a pesquisa de Yuyama et al. (1999) encontrou no palmito pupunha *in natura* 0,234 mg /100 g e no palmito pupunha congelado 0,265 mg/100 g de Ferro, Hiane et al. (2011), encontraram no palmito graviola *in natura* 5,47 mg/100 g e no palmito de graviola congelado 5,15 mg/100 g de Ferro.

Percebe-se que em diferentes variedades de palmito encontramos quantidades maiores, iguais ou menores das quantidades de Ferro encontradas na inflorescência da *M. paradisiaca* L.. A quantidade recomendada pela FAO/WHO (1989) para plantas comestíveis é de 2 mg/100 g, e o limite de ingestão diária para Ferro é de 45 mg/dia.

Diante do exposto, percebe-se que as flores e brácteas da inflorescência da *M. paradisiaca* L. são ricas em minerais para crianças (4-8 anos) adolescentes (14-18

anos), gestantes, homens e mulheres adultos e idosos, sendo que seu consumo precisa ser incentivado e divulgado, pois, por ser uma PANC, não tem muitos estudos que evidenciem sua composição nutricional e a população não tem conhecimento devido ao fato de ser descartada no momento de colher o fruto da bananeira.

A partir do conhecimento da sua composição nutricional, é apreciável que se crie ou recrie, através de substituições, e divulgue receitas com esse alimento, não muito utilizado pela população, para que possamos resgatar os hábitos alimentares saudáveis que estão sendo substituído por produtos industrializados, podendo assim gerar mais uma fonte de renda com um produto que costuma ser descartado.

## 6 CONCLUSÃO

Nesse estudo foi desenvolvida uma otimização da metodologia de digestão por micro-ondas para decomposição de brácteas e flores da bananeira e, até o presente momento, pela primeira vez, a concentração de macro e microelementos em flores e brácteas na inflorescência da bananeira foi quantificada e comparada com os valores recomendados de ingestão e para plantas comestíveis. Foram quantificados 9 elementos (S, Mg, Ca, P, Cr, Ni, Cu, Zn e Fe). Entretanto, mais estudos são necessários envolvendo os processos de digestão via micro-ondas utilizando ICP OES, para que ocorra a determinação de outros elementos como K, que ultrapassou os limites de detecção. Porém elementos tóxicos como Al, Cd e As não foram detectados, isso evidencia que a inflorescência da *M. paradisíaca* não representa risco para saúde humana. Embora a ingestão diariamente ou em grande quantidade pode vir a causar toxicidade em adultos, crianças e idosos.

A comparação das concentrações de macroelementos e microelementos obtidos nas flores da *M. paradisíaca* L. com os limites de especificação dos valores de RDA/AI de cada mineral mostraram que as flores e brácteas são excelentes fontes de Mg, P, Cr, Cu e Zn, para crianças (4-8 anos), adolescentes (14-18 anos), gestantes, adultos e idosos. Porém, a concentração de Ferro encontrada nas flores e brácteas da inflorescência da *M. paradisíaca* L. é excelente fonte apenas para homens adultos e idosos. Para crianças e adolescentes as flores e brácteas da inflorescência da *M. paradisíaca* L. são boas fontes de Ferro, já para mulheres adultas e gestantes, flores e brácteas não são boa fonte de Ferro, pois as necessidades de Ferro aumentam para essa população.

Os elementos S, Mg, Ca, P, Cr, Ni, Cu, Zn e Fe estão abaixo da UL. A quantidade de minerais determinada em alimentos convencionais como o palmito de diferentes espécies e a forma de preparo são próximas dos valores encontrados na inflorescência da *M. paradisíaca* L., podendo ser facilmente inserida na substituição dos alimentos convencionais.

O conhecimento sobre as PANCS é essencial na questão da minimização da fome visível que ocorre no Brasil, em quantidade e qualidade nutricional adequada, em

pratos saborosos e acessíveis, aliados ao resgate de hábitos alimentares saudáveis, para todos os tipos de classes sociais, principalmente para comunidades carentes. Os dados obtidos servirão de ferramenta para aprofundar esses estudos, ampliando os nutrientes e compostos bioativos pesquisados, elaborando novos produtos, gerando renda para população regional e buscando inovação como caracterização de minerais no palmito das várias espécies de bananeiras.

Estudos envolvendo modelos de animais podem ser desenvolvidos com o intuito de averiguar a possibilidade de biodisponibilidade dos elementos estudados.

## REFERÊNCIAS

- AGERTT, F.; CRIPPA, A. C.; LORENZONI, P. J.; SCOLA, R. H.; BRUCK, I.; SILVADO, C. E.; WERNECK, L. C. Menkes' disease case report. **ArchivesofNeuropsych**, v.65, n.1, p.157-60, mar. 2007.
- ALVAREZ, J. W. R. **Disponibilidade e resposta de culturas ao enxofre em solos do Rio Grande do Sul**. 2004. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
- ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SP, 1997.
- ANDERSON, J. J. B. Potential health concerns of dietary phosphorus: cancer, obesity, and hypertension. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1301, n. 1, p. 1-8, 2013.
- ANDRADE, C.U.B. **Mutagenicity of the *Musa paradisiaca* L. (Musaceae) fruit peels extract in mice peripheral blood cells in vivo**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Biofarmacologia e Pesquisa Experimental) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas-MG, 2007.
- ANVISA (Brasil). Agência nacional de vigilância sanitária. **Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais**. Brasília, DF: RDC, n. 269, de 22 set. 2005 6p. 2005.
- ARAGÃO, M. J. **História da química**. 20. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2008. 248 p.
- ARANHA, T.S.C.P *et al.* A fast alkaline treatment for cadmium determination in meat samples. **Foodcontrol**, v. 59, p. 447-453, 2016.
- ARAÚJO, W. M. C; MONTEBELLO, N. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGIO, L. **A Alquimia dos alimentos**. 2. ed. Brasília,DF: Editora SENA; 2008.gro
- AZIZ, M.A. *et al.* A review on the elemental contents of Pakistani medicinal plants: Implications for folk medicines. **Journal of ethnopharmacology**, v. 188, p. 177-192, 2016.
- BANKAR, Ashok *et al.* Banana peel extract mediated synthesis of gold nanoparticles. **Colloidsand Surfaces B: Biointerfaces**, v. 80, n. 1, p. 45-50, 2010.

BARREIRA, T. F. *et al.* Diversidade e equitabilidade de plantas alimentícias não convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 964-74, 2015.

BECKER, M. M.; MENDES, T. M. F. F.; SOUZA JUNIOR, C. A. Teores de elementos minerais e caracterização física da Uva Isabel (*Vitis labrusca* L.) produzida em Boa Vista/RR. **Orbital -The Electronic Journal of Chemistry**, v. 6, n. 2, p. 82-86, 2014.

BENINI, O.; D'ALESSANDRO, C.; GIANFALDONI, D.; CUIPISTI, A. Extra-phosphate load from food additives in commonly eaten foods: a real and insidious danger for renal patients. **Journal of Renal Nutrition**; v.21, n.4, p. 303-308, jul. 2011.

BERNARDI W. F. *et al.* Micropropagação de baixo custo em bananeira cv. Maçã em meios com diferentes fontes de carbono e avaliação da performance em campo das mudas produzidas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p. 503-506, Dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n3/23155.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2019.

BJØRKLUND G.; AASETH, J.; SKALNY, A. V.; SULIBURSKA, J.; SKALNAYA, M. G.; NIKONOROV, A. A.; TINKOV, A. A. Interactions of iron with manganese, zinc, chromium, and selenium as related to prophylaxis and treatment of iron deficiency. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, 41:41–53, May 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Hortalças não-convencionais: (tradicional)**. Brasília: MAPA/ ACS, 2010. 52 p. Disponível em: [https://www.abcsem.com.br/docs/cartilha\\_hortalicas.pdf](https://www.abcsem.com.br/docs/cartilha_hortalicas.pdf). Acesso em: 27 fev. 2019.

CAMPOS, R. P.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; MACEDO, M. L. R. Conservação e pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 41-49, 2012.

CARVALHO, L. D. S. B. D. **Determinação da composição elementar em amostras de alimentos com alto teor salino por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2016.

CHANDRA, K. S. *et al.* Nutritive values of some non-conventional leafy vegetables and scarcity food plants of north east India. **African Journal of Food Science**, v. 10, n. 11, p. 340-343, 2016.

COELHO, R. R. P.; MATA, M.; BRAGA, M. E. D. Alterações dos componentes nutricionais do pseudocaule da bananeira quando processado visando sua

transformação em palmito. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.3, n.1, p. 21-30, 2001.

CÔNSOLO, Z. F. **Avaliação das concentrações de magnésio, zinco, cobre, ferro, manganês, alumínio, cromo, cádmio, níquel, cobalto e molibdênio nas hortaliças tuberosas comercializadas e consumidas em Mato Grosso do Sul Campo Grande, MS**. 2014. 126f. Tese (Doutorado em Saúde e Desenvolvimento do Mato Grosso do Sul) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2014.

CORRÊA, K. L. S. Análise entre o consumo de sódio, potássio e fósforo e o estado nutricional de pacientes em hemodiálise atendidos em um hospital de Aracaju/SE. **In: IICONGRESSO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA, NUTRIÇÃO E SAÚDE**, Aracaju: UNIT, n.1, set. 2016.

COZZOLINO, S. M.; COMINETTI, C. **Bases bioquímicas e fisiológica da nutrição: nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença**. São Paulo: Manole, 2013.

DADOO, R. C.; KHATRI, H. L.; SINGLA, Sham. Comparative evaluation of gastric secretory response to banana and porridge. **Indian journal of medical sciences**, v. 49, n. 1, p. 5-8, 1995.

DEAN, J. R. **Inductively Coupled Plasma Spectrometry**. [s. l]: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, oct. 2017.

DUHAN, A.; CHAUHAN, B. M.; PUNIA, Darshan. Nutritional value of some non-conventional plant foods of India. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 42, n. 3, p. 193-200, 1992.

ELEAZU, C.O; IROAGANACHI, M.; ELEAZU, K. C. Ameliorative potentials of cocoyam (*Colocasia esculenta* L.) and unripe plantain (*Musa paradisiaca* IL) on the relative tissue weights of streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of diabetes research*, v. 2013, Article ID 160964, 8 pages, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/160964>. Acesso em: 20 fev. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças não convencionais, Hortaliças convencionais, folders, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161007/1/f-taioba.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 2005. 186 f. Monografia (Especialização em Solos e Meio Ambiente) - Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.

FINGOLO, C. E. *et al.* The natural impact of banana inflorescences (*Musa acuminata*) on human nutrition. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 4, p. 891-898, 2012.

FINGOLO, C.E; MOURA M.R.L; KAPLAN M.A.C. **Farinha Nutritiva, Processo de Produção da Farinha Nutritiva e Seus Usos**. Brazilian Patent PI0905055-8A2, 2011.

FIORAVANTI, C. A maior diversidade de plantas do mundo. **Pesquisa FAPESP**, n. 241, p. 42-47. mar. 2016. Disponível em: [http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/03/042-047\\_Botanica\\_241.pdf](http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/03/042-047_Botanica_241.pdf). Acesso em: 27 fev. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/WORLD HEALTH ORGANIZATION - FAO/WHO. Food Contaminants. **Codex Alimentarius**, Vol XVII, Edition 1, FAO/WHO, Codex Alimentarius Commission, Rome, 1984.

FREITAS, R. J. S.; FUGMAN, H. A. J. Componentes minerais do palmito (*Euterpe edulis* Mart.). **Boletim do CEPPA**, v. 8, n. 1, p. 35-39, 1990. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/viewArticle/14513>. Acesso em: 20 dez. 2018.

GALDINO, N.O; CLEMENTE, E. Heart of palm (*Bactris gasipa* Kunth.): mineral composition and kinetics of oxidative enzymes. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 3, p. 540-544, 2008.

GARCÍA HERNÁNDEZ, A.I. *et al.* Validación preclínica de actividad analgésica periférica y central de la decocción de hojas frescas de *Persea americana* Mill. (aguacate) y *Musa x paradisiaca* L. (plátano). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 3, p. 225-234, 2014.

GHANI, Abdul *et al.* **Medicinal plants of Bangladesh: chemical constituents and uses**. Asiatic society of Bangladesh, 1998. ISBN 984-512-348-1.

GOEL, R. K. *et al.* Anti-ulcerogenic effect of banana powder (*Musa sapientum* var. *paradisiaca*) and its effect on mucosal resistance. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 18, n. 1, p. 33-44, 1986.

GONÇALVES, E. C. B. A.; TEODORO, A. J.; TAKASE, I. Teores de cobre em extratos de carne *in natura* e processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 298-302, abr./jun. 2007.

GOPALAN C, RAMA SASTRY B.V, BALASUBRAMANIAN S.C. Nutritive Value of Indian Foods. **National Institute of Nutrition**, Indian Council of Medical Research, Hyderabad, v. 64, p.125-131, 1987.

GREENWOOD, N.; EARNSHOW, A. **Chemistry of the elements**, 20. Ed., Ed. Elsevier, cap. 29, p.1201-1224, 2002.

GROPPER, S. S.; SMITH, J. L.; GROFF, J. L. **Advanced nutrition and human metabolism**. 6. Ed. Cengage Learning, cap.5, p.488-510, 2012.

HÄKKINEN, M; VÄRE, H. Typification and check-list of *Musa* names (Musaceae) with nomenclatural notes. **Adansonia**, sér. 3, 30(1): 63-112, jan. 2008.

HERNÁNDEZ CASSIS, C. Metabolismo del calcio y del fósforo. **Revista Científica SaludUninorte**, v. 1, n. 2, ago. 1984. Disponível em: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/salud/article/viewArticle/4332>. Acesso em: 15 fev. 2019.

HIANE, Priscila Aiko *et al.* Caracterização química do palmito guariroba *in natura* e congelado. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, 2011.

HUSSAIN, A. et al. Anthelmintic activity of *Trianthemaportulacastrum* L. and *Musa paradisiaca* L. against gastrointestinal nematodes of sheep. **Veterinary parasitology**, v. 179, n. 1, p. 92-99, 2011.

HUSSAIN, A. et al. In vitro screening of the leaves of *Musa paradisiaca* L. for anthelmintic activity. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 20, p. 5-8, 2012.

IMAM, M. Z; AKTER, S. *Musa paradisiaca* L. L. and *Musa sapientum* L.: A phytochemical and pharmacological review. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 1, n. 5, p. 14-20, 2011.

INSTITUTE OF MEDICINE (US) PANEL ON DIETARY REFERENCE INTAKES FOR ELECTROLYTES; WATER. **DRI, dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. National Academy Press, 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes (DRIs): Estimated Average Requirements** Food and Nutrition Board. Institute of Medicine, National Academies; Washington (DC): National Academies Press US. Summary Tables, 2016.

INSTITUTE OF MEDICINE. **DRI –Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc**. Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. Washington (DC): National Academies Press (US). 2001.

JAWLA, S.; KUMAR, Y.; KHAN, M. S. Y. Antimicrobial and antihyperglycemic activities of *Musa paradisiaca* L. flowers. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, n. 2, p. 914-918, 2012.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução a taxonomia vegetal**. 4. Ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, p.413, 1991.

KARUPPIAH, P.; MUSTAFFA, M. Antibacterial and antioxidant activities of *Musa* sp. leaf extracts against multidrug resistant clinical pathogens causing nosocomial infection. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 3, n. 9, p. 737-742, 2013.

KENNEDY, J. Bananas and People in the Homeland of Genus *Musa*: Not just pretty fruit. **Ethnobot. Res. Appl.**, v.7, p.179-197, 2009.

KHANUM, F. *et al.* Dietary fiber content of commonly fresh and cooked vegetables consumed in India. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 55, n. 3, p. 207-218, 2000.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre**. 2007. 590f. Tese (Doutorado em Botânica) – Faculdade de Agronomia, UFRGS, 2007.

KINUPP, V. F; BARROS, I. B. I de. Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. S1, p. 63-65, 2007.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora, 2014.

KINUPP, V.F; BARROS, I.B.I de. Levantamento de dados e divulgação do potencial das plantas alimentícias alternativas do Brasil. **Horticultura brasileira**, v. 22, n. 2, p. 17-25, 2004.

KORN, Maria G. A. *et al.* Sample Preparation for the Determination of Metals In Food Samples Using Spectroanalytical Methods - A Review. **Applied Spectroscopy Reviews**, v. 43, n. 2, p. 67–92, fev. 2008. DOI: [10.1080/05704920701723980](https://doi.org/10.1080/05704920701723980)

KRUG, F. J.; ROCHA, F. R. P. **Métodos de preparo de amostras para análise elementar**. São Paulo: EditSBQ-Sociedade Brasileira de Química, 2016.

LEŚNIEWICZ, A.; JAWORSKA, K.; ŻYRNICKI, W. Macro-and micro-nutrients and their bioavailability in polish herbal medicaments. **Food Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 670-679, 2006.

LIMA, N. V. **Determinação total de macro e microelementos nutricionais dos frutos da *Campomanesia Adamantium* (Cambess):** Planta do Cerrado Brasileiro.2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região centro-oeste, UFMS, 2018.

LONG, G. L.; WINEFORDNER, J. D. Limit of detection. A closer look at the IUPAC definition. **Anal. Chem.**55:712-724, 1983.

LORENZI. H. C.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L.**Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia.**13. ed. Rio de janeiro: Elsevier, 2013.

MAJUMDAR, A. J.; DUBEY, N. Applications of inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry (ICP-OES) in impurity profiling of Pharmaceuticals. **International Journal of Pharmacy & Life Sciences**, v. 8, n. 1, 2017.

MARTINS, F. O. *et al.* Antiviral activity of *Musa acuminata Colla*, Musaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 3, p. 781-784, 2009.

MOHIUDDIN, A. K. M.; SAHA, M. K.; HOSSIAN, M. S.; FERDOUSHI, A. Usefulness of Banana (*Musa paradisiaca L.*) Wastes in Manufacturing of Bio-products: A Review. **The Agriculturists**, 12, 148-158, 2014.

MONTEIRO, Marlene Azevedo Magalhães *et al.* Estudo químico de alimentos formulados à base de palmito. **Ciência Tecnológica. Alimentar**, v. 22, n. 3, p. 211-215, 2002.

MOREIRA, A, CASTRO C; FAGERIA N. K. Efficiency of boron application in an Oxisol cultivated with banana in the Central Amazon. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 4, p. 1137-1145, dec. 2010. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652010000400030>. Acesso em: 25 fev. 2019.

NISHA, P.; MINI, S. In Vitro Antioxidant and Antiglycation Properties of Methanol Extract and Its Different Solvent Fractions of *Musa paradisiaca L. L.*(Cv. Nendran) Inflorescence. **International Journal of Food Properties**, v. 17, n. 2, p. 399-409, 2014.

NOVAK, F.R.; ALMEIDA, J. A.G.; SILVA, R.S. Banana peel: a possible source of infection in the treatment of nipple fissures. **Jornal de Pediatria**, v. 79, n. 3, p. 221-226, 2003.

OLIVEIRA, D.C.S et al. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, 2013.

OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. D. (Ed.). **Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements**. [S. l]: National Academies Press, 2006. Disponível em: [https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic\\_uploads/DRIEssentialGuideNutReq.pdf](https://www.nal.usda.gov/sites/default/files/fnic_uploads/DRIEssentialGuideNutReq.pdf). Acesso em: 20 dez. 2018.

PADILHA, M. R F. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais (PANC): uma alternativa para a gastronomia pernambucana. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 13/14, p. 266-278, 2017. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/download/1909/482482560>. Acesso em: 25 fev. 2019.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÁN, J.; COLUGNATI, F. A. B.; DOMENE, S. M. A. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 741-760, 2006.

PINHEIRO, Á. R. F. *et al.* Levantamento preliminar da entomofauna associada à cultura da bananeira com manejo agroecológico no vale do açu, RN. In: **IX Congresso de Iniciação Científica do Instituto Federal do Rio Grande do Norte**. Natal: UFRN, 2013.

PLOETZ, R.; KAY KEPLER, A.; DANIELLS, J.; C NELSON, S. Banana and plantain – an overview with emphasis on the Pacific Island cultivars. **Species Pro. for Pacific Island Agroforestry**, Hawaii, USA, Feb. 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228645617\\_Banana\\_and\\_plantain\\_-\\_an\\_overview\\_with\\_emphasis\\_on\\_the\\_Pacific\\_Island\\_cultivars](https://www.researchgate.net/publication/228645617_Banana_and_plantain_-_an_overview_with_emphasis_on_the_Pacific_Island_cultivars). Acesso em: 25 fev. 2019.

RAGSDALE, S. W. Nickel and the carbon cycle. **The Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 284, n. 28, p.185, nov. 2009.

ROCHA, L. S. *et al.* Data on elemental composition of the medicinal plant *Hymenaeamartiana* Hayne (Jatobá). **Data in brief**, v. 19, p. 959-964, Aug. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.05.142>. Acesso em: 20 fev. 2019.

SARAIVA, S.R.G.L. *et al.* A implantação do programa de plantas medicinais e fitoterápicos no sistema público de saúde no Brasil: uma revisão de literatura. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação**, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/revipi/article/view/3095/3406>. Acesso em: 01 jan. 2019.

SHENG, Z. W. *et al.* Investigation of dietary fiber, protein, vitamin E and other nutritional compounds of banana flower of two cultivars grown in China. **African Journal of Biotechnology**, v.25, p. 3888-3895, 2010.

SHODEHINDE, S. A.; OBOH, G. Distribution and antioxidant activity of polyphenols in boiled unripe plantain (*Musa paradisiaca L.*) pulps. **Journal of Food Biochemistry**, v. 38, n. 3, p. 293-299, 2014.

SILVA, A.C.P; SARTORI, G.V; OLIVEIRA, A. L. Composição nutricional do coração da bananeira e sua utilização como um alimento alternativo. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 9, n. 2, p. 40-45, 2014.

SILVA, L. M. G. S. **Cromo na alimentação de frangos de corte**. 2007. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2007.

SILVA, Luis Felipe Lima *et al.* Nutritional Evaluation of Non-Conventional Vegetables in Brazil. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 2, p. 1775-1787, Apr. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201820170509>. Acesso em: 20 fev. 2019.

SILVA, M.B. **Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de pastas endodônticas à base de extrato glicólico de *Musa paradisiaca* frente a *Enterococcus Faecalis***. 2011. 135 f. Dissertação (mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Amazonas, 2011.

SILVA, S.M.C.S.; MURA, J. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. 3.ed. São Paulo: editora Payá, 2016.

SILVA, S.M.C.S; MURA, J. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. Roca, 3.ed. Editora Payá, 2016.

STURNIOLO, G. C. *et al.* Inhibition of gastric acid secretion reduces zinc absorption in man. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 10, n. 4, p. 372-375, aug. 1991.

TOGNON, A.L. **Quantificação e avaliação da bioacessibilidade in vitro de micro e macroelementos em frutas, hortaliças e cereais**. 2012. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. 2012.

TORRE, M.; RODRIGUEZ, A. R.; SAURA-CALIXTO, F. Effects of dietary fiber and phytic acids in mineral availability. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 30, n. 1, p. 1-22, jan. 1991.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **Los Minerales en la Nutrición del Ganado**. 3 ed. Zaragoza: Acirbia, 2003.

US NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (USA). **Dietary Reference Intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington DC: National Academy Press, 2000, 506p.

VALMAYOR, R. *et al.* **Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia**; International Network for Improvement of Banana and Plantain – Asia and the Pacific Office: Los Baños, Philippines, 1999.

VALOIS, A.C.C. A Sexta e a Sétima Ondas do Desenvolvimento Humano. **Revista RG News**, 3 (1): p: 65-69, 2017. (Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos).

VALOIS.A.C. A banana e sua funcionalidade como alimento. **Negócios**, São Luis, v.21, p.94-96, jul. 2006.

VENKATESH, V. K. *et al.* Anthelmintic Activity of *Musa paradisiaca L cv.* Puttabale. International. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research**, 2013a, v. 5, n. 2, p. 67-9, 2013.

VU, Hang T.; SCARLETT, Christopher J.; VUONG, Quan V. Phenolic compounds within banana peel and their potential uses: a review. **Journal of Functional Foods**, v. 40, p. 238-248, 2018.

WATANABE, M. T. **Conteúdo de fósforo de alimentos consumidos por pacientes em hemodiálise crônica**. 2015. 56f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia em Clínica Médica) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina, Botucatu, 2015.

WEAVER, C.M.; HEANEY, R.P. Calcium. *In*: SHILS, M.E.; SHIKE, M.; ROSS, A. C.; CABALLERO, B.; COUSINS, R. J. **Modern Nutrition in Health and Disease**. 10th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, p.194-210. 2006.

YEUNG, Vincent; MILLER, Dennis D.; RUTZKE, Michael A. Atomic Absorption Spectroscopy, Atomic Emission Spectroscopy, and Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. **Food Analysis**. Springer, Cham, p. 129-150. 2017.

YUYAMA, Lucia K.O. *et al.* Determinação de elementos essenciais e não essenciais em palmito de pupunheira. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 91-95, 1999.

# ANEXOS

## ANEXO A - FICHA DE CATALOGAÇÃO DO HERBÁRIO

Herbário CGMS/UFMS

**Coleção B**

Herbário de

**Táxon**

MUSACEA

**Sufixo****Tipo Espé**

Herbário

**Data deter**

11 / 5 / 201

**Notas sob****Nomes Vu**

Bananeira.

**Coletor pri**

Igor Domin

**Outros col****Projeto/Ex**

Dissertaçã

**Data Colet**

23-VI-2016

**Nomes vu**

Bananeira.

**Latitude m**

20°26'55"S

**Latitude m****Descrição**

Área urban

**Unidade d**

## ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO

06/02/2019

MS

# Journal of FOOD COMPOSITION and ANALYSIS

[Home](#)[Reports](#)

JFCA\_2018\_546 | Research Paper

## Elemental content in inflorescences of Banana tree and its impact on human health.

[Zip File](#)

Valter Nascimento | Federal University of Mato Grosso do Sul, School of Medicine, Campo Grande - MS, Brazil.

Status: **Under Review (127 days)** | Submitted: **10/Aug/2018**[Overview](#)

---

**Other Authors** [Show Details](#)

**ANEXO C – ARTIGO SUBMETIDO****Original Research Article****Elemental content in inflorescences of Banana t  
and risk for human health.****Abstract**

The inflorescences of *Musa paradisiaca*, known includes flowers and bracts of banana, commonly aims of this study were (1) to determine the mineral content (2) to compare the obtained results with previous Dietary Allowances (RDAs) and edible plant per samples were digested using microwave-assisted were determined by inductively coupled plasma optical Heavy metals (Mg, Ca, Cr, Ni, Cu and Zn) analyzed and detected. The contribution of each element in common males, both age 31-50 y was calculated. According inflorescences could be excellent sources of Mg, Fe samples contained considerable amounts of Mg, Ca any deleterious effects (RDA and FAO/WHO) accumulates S below the limit published in the literature the heavy metals Cr and Cu could pose threat to human

6 *balbisiana* (Ploetz et al., 2007; Valmayor et al., 19  
7 of the genus *Musa* being sourced from tropical and  
8 and eastern India and regions of other countries as  
9 1999). There are a great diversity of cultivated ban  
10 as synonyms of *M. paradisiaca*, such as *M. cornic*  
11 *M. paradisiaca* is as good sources of potassium  
12 source of iron and Vitamins C and E (Ghani, 1998  
13 *paradisiaca* has properties medicinal (Imam and A  
14 tree serve as raw material for making ropes, or are  
15 manufacturing (Mohiuddin et al., 2014).

16 In Brazil, some parts such as banana inflorescence  
17 a part that in some cases is even discarded by farm  
18 et al., 2012). The inflorescence is constituted of the  
19 flowers are inserted in pence consisting of two horizontal  
20 inflorescence of banana tree is popularly known as

32 type) where they are growing (Ekholm et al., 2005  
33 Cr and Pb) are present in plants, animals and other  
34 in several countries (Maurício et al., 1988; Miedio  
35 al., 2015).

36 Macro- and microelements plays definitive r  
37 necessary for good health. However, large amount  
38 toxicity. The potential contribution of each elemen  
39 dietary reference intakes (DRIs) (Institute of Medi  
40 nutrient reference values, including the Recomme  
41 average daily dietary intake level), Adequate Intak  
42 derived intake levels or approximations of observ  
43 groups) of healthy people ), Tolerable Upper Intak  
44 nutrient that is likely to pose no risk or adverse eff  
45 population), and Estimated Average Requirement

57           The aims of this study were to determine and  
58   the heavy metals (Mg, Ca, Cr, Ni, Cu and Zn) and  
59   of *Musa paradisiacal* L (male flowers and bracts)  
60   and UL values for male and female. In addition, co  
61   limits established for edible plant permissible limi  
62   Codex Alimentarius Commission.; Knovel (Firm),  
63   concentration of heavy metals in plants and fruits  
64   components in the diet. The constituents of some s  
65   risk to indigenous and urban communities; these e  
66   particularly to human when consumed in large qua  
67   assisted digestion process, after which the macro c  
68   determined by inductively coupled plasma optical

## 69           **2. Materials and Methods**

### 70           **2.1           Collection and identification of veg**

80           The flowers and bracts were set to dry in a  
81   stabilization of their weights. The dried samples were weighed  
82   separately with a portable stainless steel electric analytical  
83   quantity powder 0.250 g of flowers, as well as 0.250 g of  
84   balance and placed separately in flasks (in triplicate) made  
85   from TFM™ PTFE.

86           In the previously weighed samples and in a blank  
87   nitric acid ( $\text{HNO}_3$  65% Merck), 2 ml of hydrogen peroxide  
88   deionized water (Millipore, Water Purification System), and  
89   blank solution contains 1 ml of deionized water, 2 ml of  
90   solution was used to zero the instrument.

91           Once you have all the above-mentioned steps

101 elements in flowers, bracts and the operating cor

102 Table 2.

### 103 **2.4 Calibration curves**

104 For the ICP-OES method, multielement s

105 Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Na, N

106 SpecSol (SpecSol, Quimlab, Brazil) and analytic

107 For each element detected (Table 3), a Limit of C

108 (LOD) and correlation coefficient ( $R^2$ ) were esta

109 Winefordner (1983) (Long and Winefordner, 19

110 for each sample.

## 111 **3. Results**

### 112 **3.1 Quantification of the elements by**

122 (non-metals and heavy metals) in the inflorescence  
123 specification of Recommendation Dietary Allowance  
124 Tolerable Upper Intake Level (UL) values of male  
125 of Medicine, 2006). In addition, the values obtained  
126 the permissible limits set by the Food and Agriculture  
127 Organization (WHO) for edible plants ("CFR - Code of  
128 This manuscript adopted the Nutrition Content Claims  
129 foods with 10-19% of the daily value per portion and  
130 that contain 20% or more than daily values per portion  
131 nutrition ("Food and Drug Administration, Department  
132 -Continued," 1996).

133 Sulfur (S)

134 The content of S ranged  $90.100 \pm 0.859$  mg/100 g

146 0.073% of the RDA for male and female (700 mg/  
147 in flowers and bracts with those values proposed b  
148 bracts are excellent source of P for people in the a  
149 determined in the present study is below the UL for  
150 mg/100 g) (Institute of Medicine, 2006). Therefore  
151 represent a risk of adverse health effects for males a  
152 FAO/WHO (Joint FAO/WHO Codex Alimentariu  
153 limits not yet been established for P.

#### 154 Magnesium (Mg)

155 In table 5, the concentration of Mg in flowers  
156 correspond to  $40.85 \pm 0.53$  % of the RDA for male  
157 for females (320 mg/day). The concentration of M  
158 g, which correspond to  $41.11 \pm 0.48$ % of the RDA  
159 0.063% of RDA for females (320 mg/day). After c  
160 and bracts with those values proposed by the RDA

172 comparison, concentration of Ca in floret and bract  
173 is concluded that the flowers and bracts are excellent  
174 of 31 to 50 years. The Ca level in Table 5 (flowers  
175 the consumption of Ca in males and females (2,50  
176 banana tree does not represent a risk of adverse health  
177 However, for edible plants the FAO/WHO (Joint FAO/WHO  
178 Commission.; Knovel (Firm), 2010) limits not yet

### 179 Chromium (Cr)

180 According to data in Table 5, the Cr concentration  
181 mg/100 g) correspond to  $77.142 \pm 45.714$  % of the  
182 36.0 % of the AI for females (0.025). The content  
183 correspond to  $134.285 \pm 25.714$  % of the AI for males  
184 the AI for females (0.025 mg/day) (Institute of Medicine  
185 concentration of Cr in flowers and bracts with those  
186 concluded that the flowers and bracts are excellent

198 concentration of Ni in flowers and bracts is below  
199 day).

200 The permissible limit set by FAO/WHO (Joint  
201 Commission.; Knovel (Firm), 2010) for edible plant  
202 metal limit of the inflorescence of banana tree (Table 5)  
203 and UL values it is found that all inflorescence of  
204 limits.

#### 205 Copper (Cu)

206 In table 5, the concentration of Cu in flowers  
207 correspond to  $42.77 \pm 0.77$  % of the RDA for male  
208 concentration of Cu for bracts was  $0.318 \pm 0.008$  mg/g  
209 % of the AI for male and females (0.9 mg/day) (Table 5).  
210 comparison, concentration of Cu in flowers and bracts  
211 by the RDA, it is concluded that the flowers and bracts

223 by RDA for male (11 mg/day), and females 22.58  
224 are excellent source of Zn to male and females.

225 The Zn level in table 5 was below the UL for  
226 females (40 mg/day). The permissible limit set by  
227 2.74 mg/100 g (Joint FAO/WHO Codex Alimentaris)  
228 Therefore, the plant accumulated Zn below this limit.

## 229 5. Conclusions

230 New information on the concentration of mac  
231 of Banana tree were obtained and compared with  
232 upper intake levels (ULs) and edible plants. Flowchart  
233 Ca, P, Cr, Cu and Zn for males and females.

234 For element such as sulfur, the present study  
235 knowledge of the levels in which nutrients can be

245           The concentration of Mg, Ca, P, Ni and Zn w  
246   UL. The concentration of Ni and Zn are below of  
247   edible plants.

248           This study revealed that investigated inflores  
249   macro and microelements. The data obtained wou  
250   prepared from this vegetable with nutritional purp  
251   very high content of toxic metals whose main reas  
252   special care should be taken regarding the daily in  
253   Prolonged ingestion to heavy metals such as chroi  
254   deleterious health effects in humans (Singh et al.,  
255   conventional plants has economic interest and inv

## 256   **Acknowledgments**

257           We would like to thank National Council for Sci  
258   Brazil, for the financial support (CNPq: Process N

- 274 Bogard, J.R., Thilsted, S.H., Marks, G.C., Wahne  
 275 Stangoulis, J., 2015. Nutrient composition of iron  
 276 potential contribution to recommended nutrient intake  
 277 *Journal of Food Analysis* 42, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.05.001>
- 278 CFR - Code of Federal Regulations  
 279 <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfres/cfr.cfm?showFR=1>  
 280 &showFR=1 (accessed 7.4.18).
- 281 Coelho, R.R.P., Mata, M., Braga, M.E.D., 2001. Efeito  
 282 do pseudocaule da bananeira quando processado em  
 283 *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 3, 1-5.
- 284 Ekholm, P., Reinivuo, H., Mattila, P., Pakkala, H.  
 285 J., Ovaskainen, M.-L., 2007. Changes in the mineral  
 286 content of fruits and vegetables in Finland. *Journal of Food  
 287 Analysis* 30, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.02.007>
- 288 Fingolo, C.E., Braga, J.M.A., Vieira, A.C.M., Mota, M., 2005.  
 289 The natural impact of banana inflorescences (*Musa sapientum*  
 290 L.) on the mineral composition of banana fruits. *Acta  
 291 Horticulturae* 677, 115–120. <https://doi.org/10.1590/S0001-3765201200500001>
- 292 Food and Drug Administration, department of health and human services,  
 293 1996. <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-1996-title21-vol101/pdf/CFR-1996-title21-vol101-1111-1.htm>  
 294 (accessed 7.4.18).
- 295 Ghani, A., 1998. *Medicinal plants of Bangladesh*. Dhaka: Bangladesh  
 296 Agricultural University.

- 313 Long, G.L., Winefordner, J.D., 1983. Limit of  
314 definition. *Anal. Chem.* 55, 712A-724A. <https://doi.org/10.1021/013001a021>
- 315 Luis, G., Rubio, C., Revert, C., Espinosa, A,  
316 Hardisson, A., 2015. Dietary intake of metals:  
317 coupled plasma optical emission spectrometry (CP-OES)  
318 and Analysis 39, 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.045>
- 319 Marles, R.J., 2017. Mineral nutrient composition  
320 context of reports of apparent historical decline in  
321 *Analysis* 56, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.02.001>
- 322 Maurício, J., Azcue, P., Pfeiffer, W.C., Marino,  
323 1988. Heavy metals in foods from the Paraíba do Sul  
324 *Composition and Analysis* 1, 250–258. [https://doi.org/10.1016/0005-2719\(88\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0005-2719(88)90010-9)
- 325 Miedico, O., Pompa, C., Tancredi, C., Cera, A.,  
326 A.E., 2017. Characterisation and chemometric  
327 edible seaweed species imported from south-east  
328 *Analysis* 64, 188–197. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.02.001>
- 329 Mohiuddin, A.K.M., Saha, M.K., Hossain, M.,  
330 Banana (*Musa paradisiaca*) Wastes in Manufacturing  
331 *Agriculturists* 12, 148–158. <https://doi.org/10.3329/agricult.v12i1.148-158>
- 332 Moura, M.R.L., Kaplan, M.A.C., Fingolo, C.L.,  
333 produção da farinha nutritiva e seus usos. *Revista de  
334 Mroueh, M., Korfali, S., Taleb, R.I., Hariri, E.*

- 352 Improvement of Banana and Plantain – As  
353 Philippines.
- 354 Van Jaarsveld, P., Faber, M., van Heerden, I., V  
355 Averbek, W., 2014. Nutrient content of eight  
356 contribution to dietary reference intakes. *Journ*  
357 77–84. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.11.00>
- 358 Vu, H.T., Scarlett, C.J., Vuong, Q.V., 2018. Ph  
359 their potential uses: A review. *Journal*