



# Determinação do Folíolo Diagnóstico para Análise Nutricional em Plantas de Gengibre Ornamental (*Zingiber spectabile* Griff)

Ismael de Jesus Matos Viégas<sup>1</sup>, Jessivaldo Rodrigues Galvão<sup>1</sup>, Rubson da Costa Leite<sup>1</sup>, Allan Klynger Silva Lobato<sup>1</sup>, João Elias Lopes Fernandes Rodrigues<sup>2</sup> & Dioclea Almeida Seabra Silva<sup>1</sup>

Recebido em 20/05/2021 – Aceito em 19/01/2022

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Brasil. <matosviegas@hotmail.com, jessigalvao50@gmail.com, rubsonif@gmail.com, allan.lobato@ufra.edu.br, dioclea.seabra@ufra.edu.br>.

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Brasil. <joao.rodrigues@embrapa.br>.

**RESUMO** – Uma maneira eficiente de avaliação do estado nutricional das plantas é através do monitoramento, seguindo métodos padronizados de coleta de folhas que representem o seu real estado nutricional. É necessária a determinação do folíolo padrão a ser coletado em amostragem para diagnose foliar do gengibre ornamental, possibilitando a avaliação do estado nutricional da planta. Diante disso, o objetivo deste estudo foi determinar o folíolo padrão de coleta para avaliação do estado nutricional de plantas de gengibre ornamental. O estudo foi desenvolvido no campo experimental de plantas ornamentais do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/PA. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 15 tratamentos (folíolos de 1 a 15) e 4 repetições. Os teores de macro e micronutrientes determinados em laboratório foram submetidos a técnicas estatísticas multivariadas de Análise de Componente Principais e avaliada a similaridade dos tratamentos pela Análise de Cluster. Os folíolos 7, 8 e 12 apresentaram maior representatividade do estado nutricional da planta para a análise de micronutrientes, enquanto que para as análises de macronutrientes, os folíolos 6 e 8 apresentaram maior representatividade. O folíolo 8 pode ser utilizado para análises conjuntas de macro e micronutrientes em única coleta de amostras.

**Palavras-chave:** Análise foliar; folha diagnóstico; plantas ornamentais.

## Determination of the Diagnostic Leaflet for Nutritional Analysis in Ornamental Ginger Plants (*Zingiber spectabile* Griff)

**ABSTRACT** – An efficient way to evaluate the nutritional state of plants is through monitoring following standardized leaf collection methods that represent their real nutritional state. It is necessary, the determination of the standard leaflet to be collected in sampling for foliar diagnosis of ornamental ginger, enabling evaluation of the nutritional state of the plant. Therefore, the objective of this study was to determine the standard collection leaflet for the evaluation of the nutritional state of ornamental ginger plants. The study was developed in the experimental field of ornamental plants of the Agrarian Sciences Institute of the Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/PA. The experimental design was randomized block design with 15 treatments (leaflets 1 to 15) and 4 repetitions. The contents of macro and micronutrients determined in the laboratory were submitted to multivariate statistical techniques of Principal Component Analysis and evaluated the similarity of treatments by Cluster Analysis. The leaflets 7, 8 and 12 were more representative of the nutritional state of the plant for micronutrient analysis, while for macronutrient analysis, leaflets 6 and 8 were more representative. Leaflet 8 can be used for joint analysis of macro- and micronutrients in a single sample collection.

**Keywords:** Leaf analysis; diagnostic leaf; ornamental plants.

## Determinación de Prospecto diagnóstico para Análisis Nutricional en Plantas Ornamentales de Jengibre (*Zingiber spectabile* Griff)

**RESUMEN** – Una forma eficaz de evaluar el estado nutricional de las plantas es mediante el siguiendo métodos estandarizados de recogida de hojas que representen su estado nutricional real. Es necesario determinar el folleto estándar que se debe muestrear para el diagnóstico foliar del jengibre ornamental

con el fin de evaluar el estado nutricional de la planta. El objetivo de este estudio fue determinar el prospecto de folleto estándar para la evaluación del estado nutricional de las plantas de jengibre ornamental. El estudio se realizó en el campo experimental de plantas ornamentales del Instituto de Ciencias Agrarias de la Universidad Federal Rural de Amazonia, Belém/PA. El diseño experimental fue de bloques al azar con 15 tratamientos (folletos 1 a 15) e 4 repetições. Los contenidos de macro y micronutrientes determinados en el laboratorio se sometieron a técnicas estadísticas multivariantes de Análisis de Componentes Principales y la similitud de los tratamientos se evaluó mediante Análisis de Cluster. Los foliolos 7, 8 y 12 fueron más representativos del estado nutricional de la planta para el análisis de micronutrientes, mientras que para el análisis de macronutrientes los foliolos 6 y 8 fueron más representativos. El folleto 8 se puede utilizar para el análisis conjunto de macro y micronutrientes en una sola colección de muestras.

**Palabras clave:** Análisis de las hojas; hoja de diagnóstico; plantas ornamentales.

## Introdução

O gengibre ornamental (*Zingiber spectabile* Griff.), popularmente conhecido como xampu ou sorvetão, é originário da região peninsular da Malásia e Tailândia, sendo muito utilizado na culinária e medicina tradicional do seu centro de origem (Sivasothy et al., 2012; Lim, 2016). Na culinária, suas folhas e rizomas são usados para dar sabor aos alimentos (Sivasothy et al., 2012). Já como planta medicinal, suas folhas amassadas são aplicadas no corpo para reduzir o inchaço e os rizomas são usados como germicida, estimulante tônico, no tratamento de asma, tosse e câncer (Jones, 1993; Sadhu et al., 2007).

O gengibre ornamental é reconhecido por suas propriedades nutracêuticas, como antiproliferativas, antioxidantes, anti-inflamatórias e atividades anticancerígenas distribuídas ao longo de suas folhas, flores, caule e rizomas (Sirat & Leh, 2001; Zoghbi & Andrade, 2005; Lim, 2016). No entanto, ultimamente essa espécie ficou reconhecida como uma planta de alto potencial ornamental, tanto para paisagismo, como para produção de flores, com produtividade anual de até 100 flores por touceira (Marques et al., 2019).

No Brasil, o gengibre ornamental é considerado uma planta com grande potencial para produção ornamental, principalmente nas regiões Norte e Nordeste devido às condições edafoclimáticas adequadas, como temperatura, solo, água e menor incidência de doenças e pragas (Viégas et al., 2012; Castro et al., 2018). Ademais, A produção de plantas ornamentais apresenta-se como atividade econômica de expressiva importância no cenário do agronegócio mundial e, além de ajudar a manter o pequeno produtor no campo, proporciona melhor qualidade de vida

devido à elevada rentabilidade da atividade (Lins & Coelho, 2004).

Devido à diversidade de novas espécies e baixa quantidade de estudos, a nutrição de muitas plantas ornamentais e medicinais tem-se baseado apenas na experiência de produtores e fabricantes de fertilizantes, resultando em indicações de quantidade de fertilizantes frequentemente inadequadas (Coelho et al., 2017). Especificamente com gengibre ornamental, poucos estudos avaliaram a nutrição da planta em condições tropicais brasileira (Coelho et al., 2017; Marques et al., 2019). Dessa forma, Viégas et al. (2012) e Coelho et al. (2020) caracterizaram sintomas, crescimento e estado nutricional de gengibre ornamental submetido a restrições de macronutrientes e micronutrientes, respectivamente. Entretanto, a amostragem após a manifestação de sintomas de deficiência pode gerar grandes perdas na produção em função dos danos já causados.

Uma maneira eficiente de avaliação do estado nutricional das plantas é através do monitoramento seguindo métodos padronizados de coleta de partes da planta que representem o seu real estado nutricional, permitindo intervenções no manejo sem que haja perdas na produção. Sendo que o uso adequado desse tipo de análise requer também a compreensão das relações entre o crescimento vegetal (ou produtividade) e a concentração de minerais nas amostras de tecido da planta (Taiz et al., 2017). A diagnose vegetal presta-se para identificar o estado nutricional da planta, através da análise química de um tecido vegetal que seja mais sensível em demonstrar as variações dos nutrientes e que seja o centro das atividades fisiológicas da planta, ou seja, na maioria das vezes, a folha (Brasil et al.,

2020). É necessário, ainda, que a planta esteja em uma época de máxima atividade fisiológica, como no florescimento ou início da frutificação.

A diagnose do estado nutricional do gengibre ornamental enfrenta problemas relacionados à ausência informação na literatura de qual folha da planta e parte deve ser considerada na análise foliar. Portanto é necessária a determinação do folíolo padrão a ser coletado em amostragem para diagnose foliar do gengibre ornamental, possibilitando a avaliação do estado nutricional da planta. O objetivo deste estudo foi determinar o folíolo padrão de coleta para avaliação do estado nutricional de plantas de gengibre ornamental.

## Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no campo experimental de plantas ornamentais do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/PA, Brasil (Figura 1).

A região é classificada como bioma amazônico, com clima do tipo “Am”, de acordo com a Classificação internacional de Köppen (Alvares *et al.*, 2013), temperaturas oscilando entre 25°C a 32°C e precipitação de 2300 a 3000mm ao ano. O solo da área experimental (camada 0-20cm) apresenta textura areia franca (Tabela 1), sendo classificado como um Oxisol (Soil Survey Staff, 2014) Latossolo (SiBCS, 2018).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 15 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos correspondiam a cada posição dos 15 primeiros folíolos da folha de gengibre ornamental em período de florescimento (Figura 1c). A contagem e numeração de cada folíolo iniciou-se do ápice para a base sendo feita a contagem seguindo a filotaxia da planta (de forma alternada). As plantas estavam visualmente bem nutridas, sem sintomas visuais de deficiência nutricional. Cada repetição era composta por 4 folíolos de diferentes plantas.

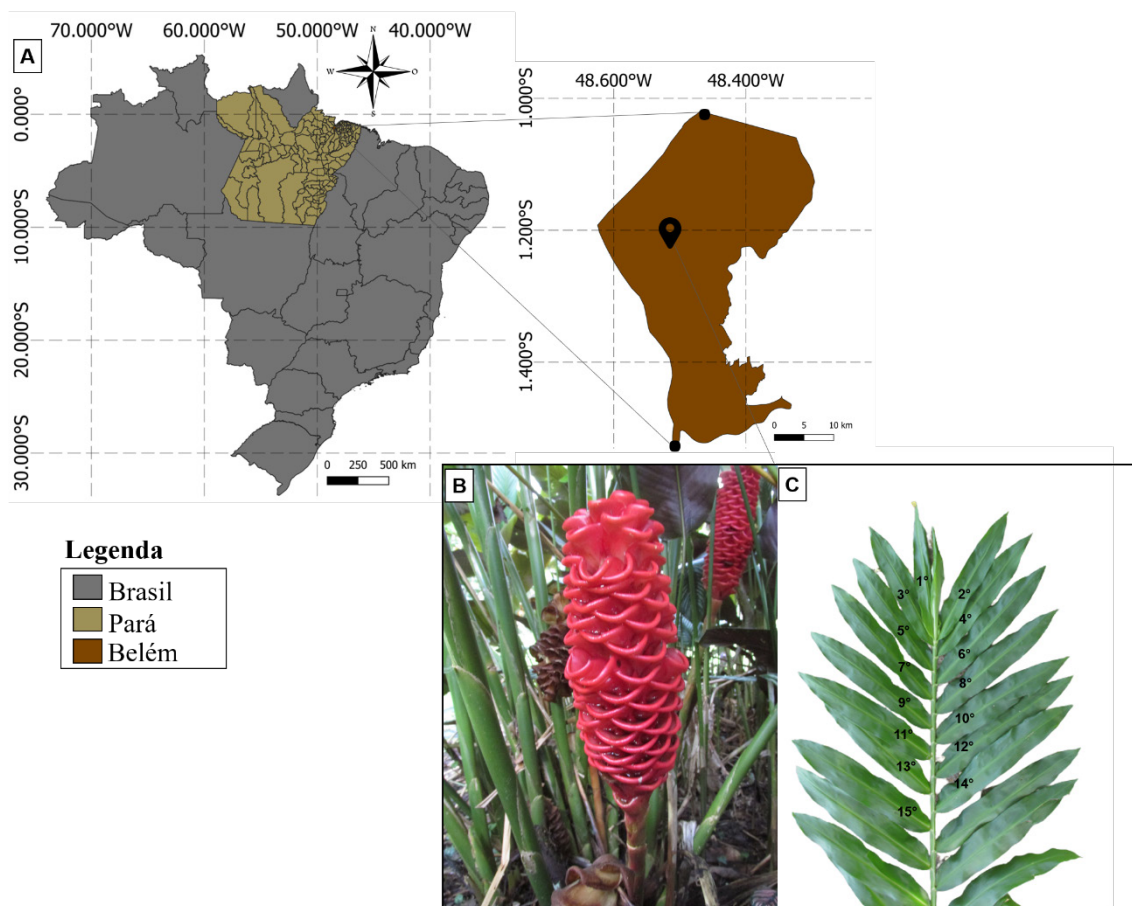


Figura 1 – Localização do campo ornamental (A); inflorescência de plantas de *Z. spectabile* (B); e Folha com identificação dos folíolos avaliados (C).

Tabela 1 – Caracterização química e física do solo (camada 0-20cm) da área experimental.

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Areia	Silte	Argila
CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	—mg kg <sup>-1</sup> —		—cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> —			—%—		
4,7	22,4	13,7	41,0	0,5	0,2	1,5	83,0	6,0	11,0

P e K disponíveis: extração com Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis: extração com KCl. MO: matéria orgânica.

Os folíolos foram coletados e identificados conforme a Figura 1. Posteriormente foram lavadas com água destilada, acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação fechada (55°C) até obtenção de peso constante. Após secagem, as amostras foram trituradas em moinho de facas de aço inoxidável (tipo willey, peneira de 20 mesh) e armazenadas para análise nutricional. Foram avaliados os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn) de acordo com o Manual de análises químicas de plantas (Silva, 2009); o teor de N pelo método de digestão sulfúrica e determinação em destilador Kjeldahl. P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn por digestão nitroperclórica e determinação em Espectrometria de emissão atômica.

Inicialmente os dados foram avaliados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Levene). Posteriormente, os dados experimentais foram submetidos à técnica estatística multivariada de Análise de Componente Principais e à similaridade dos tratamentos comparada pela Análise de Cluster. O software utilizado foi Minitab 14.

## Resultados

### Macronutrientes

Os teores de macronutrientes por folíolo indicaram a grande variabilidade dos elementos na planta (Tabela 2). Todos os macronutrientes avaliados apresentaram um coeficiente de variação (CV) superior a 5%, indicando a variação desses em função do folíolo avaliado. Fósforo (P) e Cálcio (Ca) apresentaram o menor e maior CV, respectivamente.

Na análise de componentes principais para os macronutrientes avaliados, os folíolos 6, 7, 8, 9 e 10 foram as que mais se aproximaram da média de desempenho global (Figura 2). Já os folíolos 1, 2, 11, 13 e 14 ficaram mais afastadas da média global.

A análise de Cluster (Figura 3) indicou que os folíolos 6, 7, 8, 9 e 10 se destacaram com maior representatividade dos teores de macronutrientes na planta.

### Análise de micronutrientes

Os teores médios de micronutrientes em cada folíolo amostrado indicaram que houve grande variabilidade entre os mesmos (Tabela 3). Os CV's variaram de 15,4 a 37,8%, respectivamente para B e Cu.

As análises de componentes principais nos folíolos de gengibre ornamental indicam escores dos 15 primeiros folíolos amostrados, bem como a média dos escores para os teores de micronutrientes (Figura 4). Observa-se que os folíolos mais próximos da média são 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, sendo que os folíolos 7, 8 e 12 apresentaram escores muito semelhantes à média do conjunto, indicando que há maior semelhança entre os teores de nutrientes desses folíolos.

Para micronutrientes, destacaram-se os folíolos 5, 6, 7, 8 e 12 por sua maior semelhança com a média dos escores (Figura 4). No entanto, considerando a idade dos folíolos e sua influência no metabolismo das mesmas, os folíolos 5 e 6 por serem mais novos, podem ainda não estar no estágio ou maturação mais adequada para a representação do estado nutricional adequado da planta de modo a não serem representativos do mesmo. Portanto, os folíolos 7, 8 e 12 podem representar melhor o conjunto de dados e permitir melhor diagnose do estado nutricional da planta gengibre ornamental.

A análise a partir do dendrograma (Fig. 5) apresentou três grandes grupos de folíolos, um grupo de folíolos novos formado pelos folíolos 1, 2, 3 e 4, um grupo de folíolos medianos formado pelos folíolos 5 até 12 e um grupo de folíolos mais velhos constituído pelos folíolos 13, 14, e 15.



Tabela 2 – Teores médios de macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S por posição do folíolo amostrado em folhas de gengibre oriental.

Folha	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
1°	30,43	3,56	23,05	6,27	5,51	2,58
2°	25,83	3,40	20,00	7,43	5,25	3,18
3°	30,26	3,30	22,23	9,31	5,16	3,02
4°	31,20	3,20	21,93	9,30	4,61	3,16
5°	31,57	3,20	26,75	11,98	5,47	3,16
6°	31,82	3,14	23,33	11,60	5,13	2,97
7°	28,50	3,15	23,23	11,98	5,45	2,87
8°	30,28	3,21	22,60	12,58	5,44	3,24
9°	30,22	3,00	23,60	13,43	5,22	2,72
10°	30,86	3,10	24,80	13,46	4,72	2,80
11°	28,32	3,05	17,56	14,44	4,81	2,78
12°	27,59	3,05	24,08	15,57	4,95	2,81
13°	28,64	3,08	27,67	16,89	5,13	2,94
14°	26,97	2,94	22,37	16,55	4,93	2,97
15°	31,47	3,05	25,04	16,48	4,98	2,92
<b>Média</b>	<b>29,6</b>	<b>3,2</b>	<b>23,2</b>	<b>12,5</b>	<b>5,1</b>	<b>2,9</b>
<b>CV (%)</b>	<b>6,2</b>	<b>5,1</b>	<b>10,6</b>	<b>26,5</b>	<b>5,5</b>	<b>6,4</b>

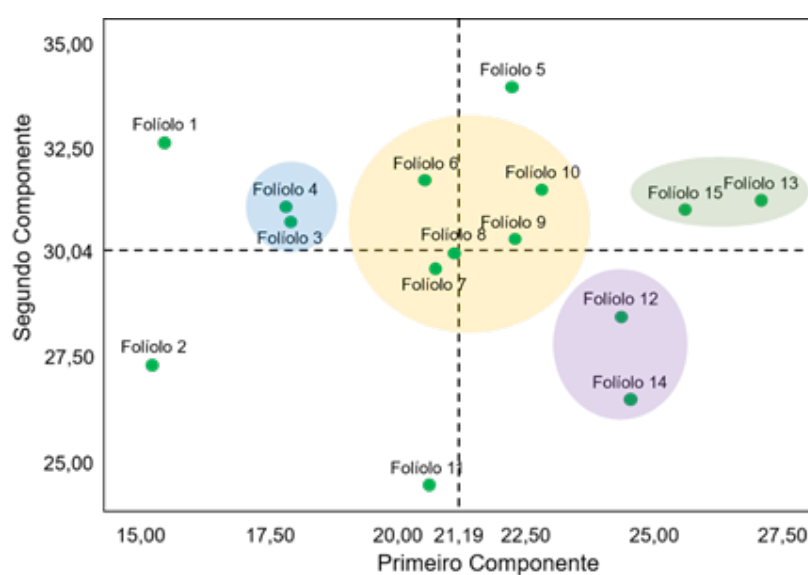


Figura 2 – Escores dos folíolos obtidos a partir das 1ª e 2ª componentes principais para os teores de macronutrientes em plantas de gengibre oriental.

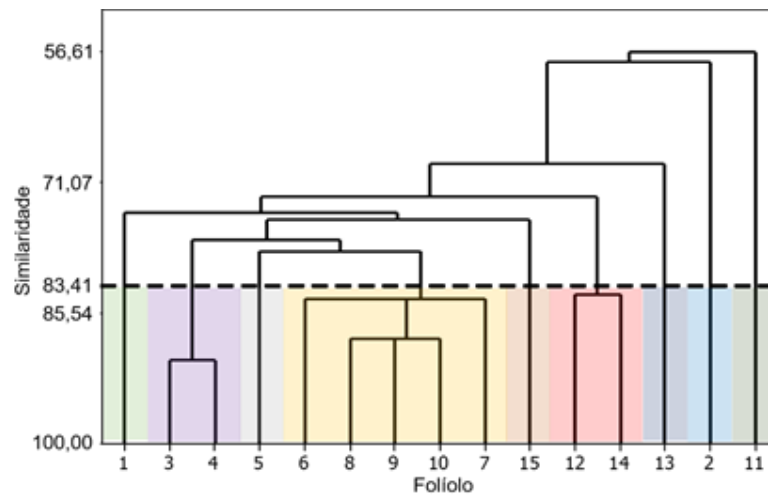


Figura 3 – Dendrograma de similaridade entre os folíolos de gengibre ornamental obtido a partir dos teores de macronutrientes.

Tabela 3 – Teores médios de micronutrientes Zn, Fe, Mn, Cu e B por posição do folíolo amostrado em folhas de gengibre ornamental.

Folha	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	mg kg <sup>-1</sup>				
1°	45,2	86,6	116,7	14,3	40,8
2°	35,8	68,7	85,4	9,9	36,5
3°	39,3	93,0	93,1	4,7	26,1
4°	33,5	46,1	84,6	4,5	42,5
5°	36,7	96,8	152,2	8,7	43,7
6°	34,3	74,4	145,2	5,7	35,7
7°	37,0	85,5	163,9	7,8	33,8
8°	38,5	103,7	157,7	5,5	27,9
9°	33,0	46,8	147,5	5,1	28,3
10°	26,3	73,3	171,7	4,6	33,3
11°	33,3	77,6	175,6	6,4	35,0
12°	22,7	75,2	158,7	5,4	36,6
13°	29,7	85,5	256,2	6,3	33,9
14°	29,3	76,7	238,0	6,3	39,7
15°	24,8	85,7	270,7	7,8	29,6
<b>Média</b>	<b>33,3</b>	<b>78,4</b>	<b>161,1</b>	<b>6,9</b>	<b>34,9</b>
<b>CV (%)</b>	<b>17,9</b>	<b>20,5</b>	<b>35,6</b>	<b>37,8</b>	<b>15,4</b>

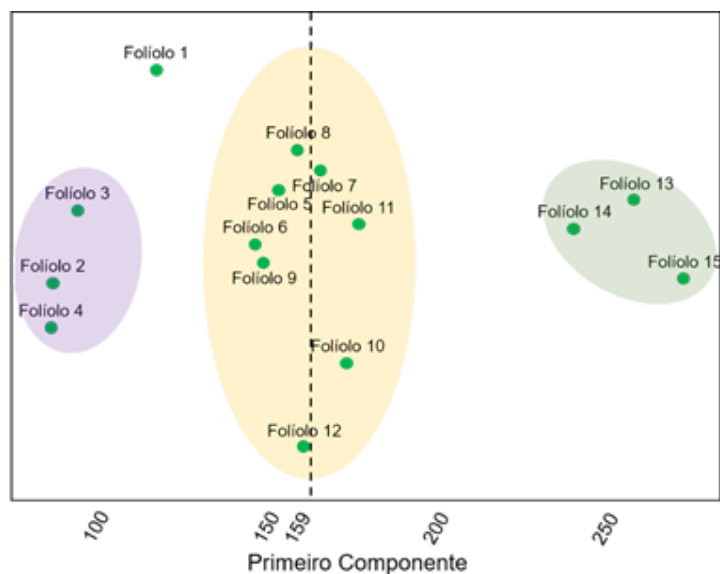


Figura 4 – Escores de cada folíolo obtidos a partir da 1ª componente principal para os teores de micronutrientes em plantas de gengibre ornamental.

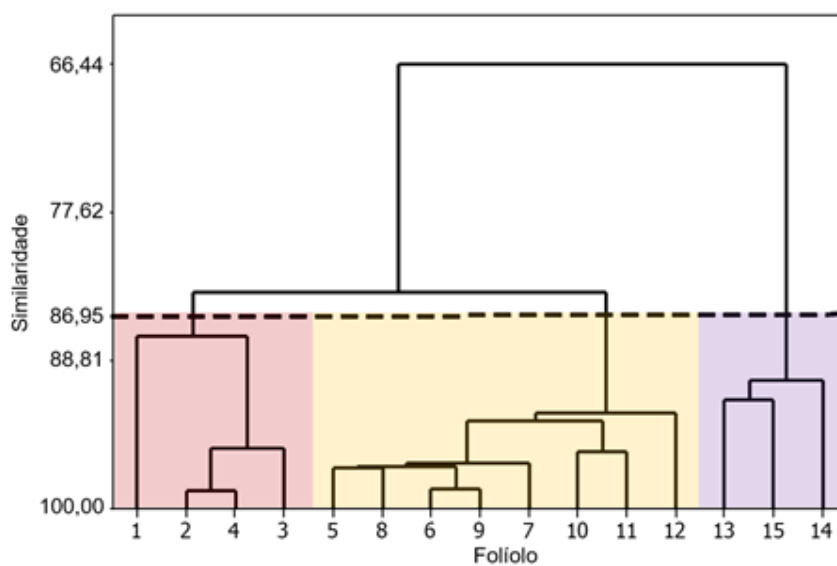


Figura 5 – Dendrograma de similaridade entre os folíolos de gengibre ornamental obtido a partir dos teores de micronutrientes.

A partir da análise de agrupamentos de micronutrientes, considerando a distância euclidiana e ligação de simples, confirmou-se que o grupo com os folíolos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 é o grupo com similaridade mínima de 86,95% e que tem desempenho mais próximo do desempenho médio.

## Discussão

Na avaliação do estado nutricional das plantas, técnicas qualitativas, como o diagnóstico visual, são úteis para detectar um problema individual, porém, quando o sintoma visual aparece, já ocorreu alguma redução no rendimento (Lucena,

1997). Por esse motivo, técnicas quantitativas como a análise foliar são preferidas. Segundo Amaral *et al.* (2002), alguns pontos devem ser abordados para uma correta interpretação do estado nutricional da planta; (i) avaliar a variação sazonal dos teores de nutrientes nas folhas; (ii) determinar o momento adequado para amostragem e análise de folhas; (iii) indicar a melhor parte da planta para determinação do estado nutricional. De fato, nossos resultados demonstraram que a depender da folha a ser amostrada no gengibre, os teores podem variar bastante. Portanto, nossa abordagem de identificar qual folha possui teores mais próximos do valor médio de todas as folhas foi bastante eficiente para evidenciar o estado nutricional da planta.

Os teores dos macronutrientes apresentaram maiores coeficientes de variação para o elemento Ca (26,5%), o que pode estar relacionado à baixa mobilidade que esse elemento apresenta na planta, associada às diferentes demandas nutricionais nas folhas de gengibre ornamental, assim a coleta de folhas de diferentes idades alteraria muito o resultado e a eficiência do processo. Folhas recém-maduras, que não estão em senescência, são as mais recomendadas para amostragem de diagnose foliar. Pois essas são as que têm uma melhor relação entre acúmulo de matéria seca e o teor de nutrientes (Malavolta, 2006). No entanto, segundo esse mesmo autor, fatores relacionados à fertilidade do solo, ao clima, práticas culturais, as pragas e doenças, ao nutriente e à planta tornam cada cultura distinta quanto os teores de nutrientes nas folhas.

A 1ª componente principal foi baseada principalmente nos teores de Ca, K e P, sendo que o elemento mais importante foi o Ca, uma vez que apresentou o maior coeficiente (em módulo) e também a maior variância amostral. Além disso, pode-se verificar, a partir dos coeficientes de correlação, que a 1ª componente principal está fortemente correlacionada com Ca ( $r = 0,96$ ), o que permite inferir que esse macronutriente foi o que mais influenciou na escolha do folíolo para amostragem de gengibre ornamental. A 2ª Componente Principal foi baseada nos teores de N e K, com destaque para o K, uma vez que o elemento K obteve o maior coeficiente (em módulo). Também se observa, a partir dos coeficientes de correlação, que a 2ª Componente Principal está moderadamente correlacionada com N ( $r = 0,77$ ) e K ( $r = 0,74$ ).

A partir da análise de agrupamentos, considerando a distância euclidiana e ligação de simples, pôde-se perceber que o grupo formado pelos folíolos 6, 7, 8, 9 e 10 possui desempenho mais próximo do desempenho médio, com similaridade mínima de 83%. Ademais, a Análise de Cluster indicou esses folíolos como componentes de um mesmo agrupamento (Figura 3).

Considerando a representatividade dos teores de nutrientes representados pelos escores e à similaridade entre os folíolos, os folíolos 7 e 8 podem melhor representar o teor de nutrientes das plantas de gengibre ornamental. Entretanto, considerando que os folíolos 6 e 7 podem não ter o estágio ou a maturação mais adequada para a representação do estado nutricional da planta de modo a não serem representativas, o folíolo 8 se destaca por ter maior confiabilidade de sua representatividade ao estado nutricional da planta. Nutrientes com boa mobilidade na planta (N, P, K e Mg) possuem teores mais elevados em folhas jovens do que nas folhas velhas, o que causa superestimação do estado nutricional. Em contrapartida, nutrientes com baixa mobilidade (cálcio, manganês, ferro e boro) apresentam aumento do teor à medida que o tecido vegetal envelhece (Kumar *et al.*, 1985; Raji, 2011). De fato, ao observamos os níveis foliares de Ca, a medida de aumenta a idade do folíolo amostrado (de acordo com a posição), aumenta-se o teor foliar do Ca.

Em gravioleira (*Annona muricata* L.), Lima *et al.* (2007) definiram que os teores de minerais das folhas da parte mediana da copa das árvores e na posição mediana do ramo refletem melhor o estado nutricional da frutífera. Para amostragem em mangueiras (*Mangifera indica* L.), Rozane *et al.* (2007) definiram que, para determinação dos teores foliares de nutrientes, seria necessário coletar uma folha nos quatro pontos cardeais de 10 plantas para macronutrientes e 20 plantas para micronutrientes.

Assim como em outras plantas que possuem folhas compostas, semelhante ao gengibre ornamental, a coleta de folhas para amostragem é realizada por seleção de folíolos específicos da folha para posterior análise. No entanto é necessário determinar quais folíolos devem ser coletados para melhor representar o estado nutricional da planta. Por exemplo, em plantas de dendê são retirados três folíolos de cada lado na





parte central da folha (Veloso *et al.*, 2020). Isso ocorre pois, em determinadas plantas, o pecíolo não é considerado para análise foliar.

Os valores de macro e micronutrientes do folíolo 8 de gengibre ornamental estão semelhantes aos teores médios adequados de uma outra espécie de gengibre descrita (*Zingiber officinale*) para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn e Cu. Os valores de B ( $-7,0\text{mg kg}^{-1}$ ) do folíolo 8 de *Z. spectabile* está abaixo dos valores adequados de *Z. officinale*. Já os níveis de Fe ( $+25,3\text{mg kg}^{-1}$ ) acima dos valores de referência (Mills & Jones, 1996). Apesar de ter havido uma maior variação nos teores de B e Fe em relação ao teores adequados de *Z. officinale*, não necessariamente houve uma carência ou excesso desses nutrientes, uma vez que há uma faixa adequada ( $\pm$ ) tolerada para nutrientes foliares. Portanto, os dados médios de *Z. officinale* corroboram com nossos resultados obtidos pelos níveis foliares no folíolo 8.

## Conclusões

Os folíolos 6 e 8 apresentaram maior representatividade do conjunto de macronutrientes na planta. Para análise de micronutrientes, os folíolos 7, 8 e 12 foram mais representativos do estado nutricional e são os mais indicados para serem amostrados. Portanto, para análise de macro e micronutrientes, o folíolo 8 permite, em única amostragem, análises com fins diagnósticos para macro e micronutrientes em plantas de gengibre ornamental.

## Referências

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Goncalves JLM & Sparovek G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

Amaral JFT, Bruckner CH, Martinez HEP, Cruz CD, Godoy CL & Caixeta SL. Determination of leaf sampling techniques to assess the nutritional status of Barbados cherry (*Malpighia emarginata* D.C.). *Fruits*, 57(3): 161-171, 2002. <https://doi.org/10.1051/fruits:2002015>.

Brasil EC, Cravo MS & Viégas IJM. 2020. Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa. 419p.

Castro CEF, Castro ACR, Gonçalves C & Loges V. Morphological characterization of ornamental ginger and selection for landscape use. *Ornamental*

*Horticulture*, 24(3): 255-260, 2018. <https://doi.org/10.14295/oh.v24i3.1208>.

Coelho VAT, Dias GMG, Ferreira MM, Rodas CL, Silva MLS & Pasqual M. Potassium and sodium mineral composition and growth in *Zingiber spectabile* plant. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12(1): 35-40, 2017. <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5417>.

Coelho VAT, Souza CG, Souza EN, Lacerda LG & Alves PC. Deficiência de micronutrientes e sódio em gengibre ornamental: variáveis de crescimento e composição mineral. *Revista Multiverso*, 5: e440, 2020.

Jones DT. 1993. *Flora of Malaysia*. Oxford University Press, Kuala Lumpur.

Kumar HP, Rakiappan P, Nair BP, Mohan E & Nagabhushanam S. Effect of season position and age of leaf on the major nutrient composition of cashew. *Acta Horticulturae*, 108: 291-293, 1985. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1985.108.62>.

Lima RLS, Ferreira GB, Weber OB & Cazetta JO. Part of plant to sample leaves for nutritional status evaluation in soursop (*Annona muricata* L.). *Ciência & Agrotecnologia*, 31(5): 1320-1325, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000500007>.

Lim TK. 2016. *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Modified Stems, Roots, Bulbs*. 12ª ed. Springer International Publishing Switzerland. 576p. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-26065-5\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26065-5_22).

Lins SRO & Coelho RSB. Ocorrência de doenças em plantas ornamentais tropicais no Estado de Pernambuco. *Fitopatologia Brasileira*, 29: 332-335, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000300019>.

Lucena JJ. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plants a critical review. *Acta Horticulturae*, 448: 179-192, 1997. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.448.28>.

Malavolta E. 2006. *Manual of Plant Mineral Nutrition*. Livro ceres, São Paulo, Brasil, 638p.

Marques DJ, Bianchini HC & Souza AP. Nitrogen fertilization on ornamental ginger under fertigation in protected cultivation. *Horticultura Brasileira*, 37: 146-151, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190204>.

Minitab 14. *Statistical Software*. [Software de computador]. State College, PA: Minitab, Inc. ([www.minitab.com](http://www.minitab.com)).

Mills HA & Jones JBJr. 1996. *Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens, GA (EUA). 422p.

Raij BV. 2011. *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 420p.

- Rozane DE, Natale W, Prado RM & Barbosa JC. Size of samples for nutritional status assessment of mango trees. *Revista Brasileira Fruticultura*, 29(2): 371-376, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000200035>.
- Sadhu SK, Khatun A, Ohtsuki T & Ishibashi M. First isolation of sesquiterpenes and flavonoids from *Zingiber spectabile* and identification of zerumbone as the major cell growth inhibitory component. *Natural Product Research*, 21(14): 1242-1247, 2007. <https://doi.org/10.1080/14786410701371421>
- SiBCS. 2018. Sistema Brasileiro de Classificação do Solo. 5ª ed. Embrapa, Brasília, DF.
- Silva FC. 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ª ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. 627p.
- Sirat HM & Leh NHN. The rhizome oil of *Zingiber spectabile* Valet. *Journal of Essential Oil Research*, 13:256-257, 2001. <https://doi.org/10.1080/10412905.2001.9699687>.
- Sivasothy Y, Awang K, Ibrahim H, Thong KL, Fitrah N, Koh XP & Tan LK. Chemical composition and antibacterial activities of essential oils from *Zingiber spectabile* Griff. *Journal of Essential Oil Research*, 24(3): 305-313, 2012. <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.676803>.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to soil taxonomy. Washington, DC: US Gov. Print. Office.
- Taiz L, Zeiger E, Møller IM & Murphy A. 2017. Plant physiology and development. 6ª ed. Oxford University Press.
- Veloso CAC, Botelho SM, Viégas IJM & Rodrigues JELF. 2020. Amostragem e diagnose foliar. In: Brasil EC, Cravo MS & Viégas IJM. *Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará*. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa.
- Viégas IJM, Lima SS, Lobato AKS, Silva SP, Conceição HEO, Silva DAS, Frazão DAC, Oliveira Neto CF & Cunha DC. Symptoms, growth, nutritional status and accumulation of nutrients in young *Zingiber spectabile* plants subjected to restriction of macronutrients. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (2): 546-550, 2012. <https://doi.org/10.1234/4.2012.3051>.
- Zoghbi MDG & Andrade EH. Volatiles of the *Etilingera elatior* (Jack) R. M. Sm. and *Zingiber spectabile* Griff.: Two Zingiberaceae Cultivated in the Amazon. *Journal of Essential Oil Research*, 17(2): 209-211, 2005. <https://doi.org/10.1080/10412905.2005.9698878>.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo

n. 2, 2022

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886