

DIAGNOSE FOLIAR DA ARARUTA “COMUM” ADUBADA COM BIOFERTILIZANTE OVINO

Aluno: Raimundo Valdizio Daniel Lima

Orientadora: Prof^a. Dra. Aiala Vieira Amorim

RESUMO

Estudos sobre o estado nutricional da araruta (*Maranta arundinaceae* L.) são limitados, apesar desta planta possuir aplicações em diversos campos industriais demonstrando alto potencial para produção em larga escala. Diante a relevância econômica da cultura e pela limitação de dados na literatura, o trabalho teve como objetivo realizar a diagnose foliar da araruta comum adubada com biofertilizante ovino, em dois períodos de avaliação 180 e 272 dias após o transplântio (DAP). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), boro (B) e sódio (Na) foram determinados. Potássio e sódio foram os elementos encontrados em maiores concentrações nas folhas. O biofertilizante foi capaz de atender à necessidade nutricional da araruta “Comum”, a ordem decrescente de macro e micronutrientes acumulados no tecido foliar da araruta em 180 DAP foi: K > N > Ca > Mg > S > P; Fe > Mn > Na > B > Cu > Zn. Aos 272 DAP, a mesma ordem decrescente para os macronutrientes foi observada, enquanto para os micronutrientes foi: Na > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Palavras-chave: Adubo orgânico; Hortaliças; *Maranta arundinaceae* L.; Nutrição

ABSTRACT

Studies on the nutritional status of arrowroot (*Maranta arundinaceae* L.) are limited, although this plant has applications in several industrial fields showing high potential for large-scale production. Given the economic relevance of the crop and the limited data in the literature, the aim of this study was to carry out a foliar diagnosis of common arrowroot fertilized with sheep biofertilizer, in two evaluation periods, 180 and 272 days after transplanting (DAP). The experimental design was in randomized blocks, in a split-plot scheme, with four replications. The leaf contents of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), manganese (Mn), boron (B) and sodium (Na) were determined. Potassium and sodium were the elements found in higher concentrations in leaves. The biofertilizer was able to meet the nutritional needs of the arrowroot “Common”, the decreasing order of macro and micronutrients accumulated in the leaf tissue of the arrowroot at 180 DAP was: K > N > Ca > Mg > S > P; Fe > Mn > Na > B > Cu > Zn. At 272 DAP, the same descending order for macronutrients was observed, while for micronutrients it was: Na > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Keywords: Organic fertilizer; Vegetables; *Maranta arundinaceae* L.; Nutrition

INTRODUÇÃO

A araruta (*Maranta arundinaceae* L.) é uma hortaliça amilácea, herbácea ereta rizomatosa (KINUPP et al., 2014). São plantas rústicas, resistentes ao ataque de pragas e doenças com limitada informação quanto a sua exigência nutricional (SEDIYAMA et al., 2020). A espécie apresenta rizomas com excelente qualidade e quantidade de amido que variam conforme a idade da planta (FERRARI et al., 2005; VIEIRA et al., 2015).

O amido extraído dos rizomas da cultura apresenta uma ampla capacidade de utilização no mercado, podendo este ser consumido como uma alternativa de carboidrato ou, aproveitado como matéria-prima pela indústria alimentícia (Souza et al., 2018). Vale ressaltar que é um produto que apresenta propriedades medicinais, empregado no tratamento de distúrbios gastrointestinais, além de ser ausente da proteína glúten o qual permite seu uso por celíacas (MAULANI; HIDAYAT, 2016).

De acordo com Moreno et al. (2017), a produção comercial de araruta ainda é pequena, ocasionada pela falta de técnicas agronômicas empregadas em seu cultivo. No entanto, é observado uma nova perspectiva quanto a sua introdução nos sistemas de cultivo, o qual possibilita a sua expansão territorial ocasionada principalmente pela agricultura familiar, que pode usufruir da rusticidade e do alto valor de mercado de seu polvilho (VIEIRA et al., 2015; SOUZA et al., 2018).

Embora possua aplicação em muitos campos das indústrias demonstrando alto potencial para sua produção em larga escala, uma limitação de informações na literatura sobre diversos fatores que envolvem a araruta, principalmente aqueles relacionados a fisiologia e nutrição é verificada. Contudo, diversas metodologias que buscam diagnosticar o estado nutricional das plantas, tendo como a mais eficiente a quantificação dos teores de macro e micronutrientes na matéria seca foliar foram relatadas (MENEZES JÚNIOR et al., 2014).

Para Walsh & Beaton (1973) e Veloso et al. (2020), a diagnose foliar é uma importante ferramenta para a determinação do estado nutricional das culturas, auxiliando diretamente no estabelecimento de programa de recomendação de adubação, visando atingir a máxima produtividade da cultura com o menor desperdício de insumo. Isso porque o teor de nutriente na planta é decorrente da ação e interação dos fatores que ocorrem para a sua disponibilidade no solo e absorção pela planta.

Com a crescente implantação da agricultura orgânica no Brasil e no mundo, os biofertilizantes têm sido cada vez mais empregados nos sistemas de cultivos. Diversos estudos abordam a utilização do reaproveitamento de rejeitos de animais como insumo

para a produção agrícola, reduzindo custos no sistema e proporcionando benefícios as plantas e ao solo onde são dispostos (SEDIYAMA et al., 2016).

Para Azevedo et al. (2020), os adubos orgânicos possuem a capacidade de suprir diversos nutrientes para as plantas o qual podem complementar ou substituir a adubação mineral em vários cultivos. Além de contribuir para a manutenção da qualidade do solo por meio de melhorias químicas, físicas e biológicas. Vale destacar que o aporte adequado de nutrientes ao solo por meio de fertilizantes naturais, implica em maior rendimento pelas culturas, favorecendo o seu crescimento e produtividade o qual podem apresentar equidade ou superioridade a cultivos convencionais (SEDIYAMA et al., 2020).

Diante da relevância econômica da cultura e pela limitação de dados na literatura, o trabalho teve como objetivo realizar a diagnose foliar da araruta comum adubada com biofertilizante ovino, em dois períodos de avaliação, no Maciço de Baturité/CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a pleno sol, no período de novembro de 2018 a agosto de 2019, na Fazenda Experimental Piroás (FEP), pertencente a Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no distrito de Barra Nova em Redenção-CE, no Maciço de Baturité (04°13'S; 38°43' e altitude de 340 m). O clima da região é caracterizado como quente semiárido, com chuvas concentradas entre os meses de janeiro e abril e médias anuais registradas com temperaturas de 27° C, com uma precipitação média de 117,86 e 122,73 mm, referentes aos anos de 2018 e 2019 (BRANCO et al., 2020).

A cultura utilizada foi a araruta “Comum” (*Maranta arundinaceae* L.), usando rizomas-sementes provenientes de plantas já cultivadas na FEP. O cultivo foi realizado em vasos de 39,5 L, com as seguintes dimensões: diâmetro superior 36,6 cm; diâmetro inferior 27,0 cm e altura 50 cm. O enchimento do vaso ocorreu com 5 L de brita nº 1, areia e solo na proporção de 2:1. O espaçamento adotado foi de 0,5 m entre vasos e 1,0 m entre linhas laterais. Após o experimento ser montado, foi realizada análise inicial do substrato (Tabela 1), coletando amostras com auxílio de um trado numa profundidade de 0 a 20 cm.

Tabela 1 - Caracterização química do substrato utilizado no cultivo da araruta “Comum”. Redenção - CE, 2021.

Características Químicas							
mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						
P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	H ⁺ + Al ³⁺	SB	CTC
44	1,97	21,36	6,57	2,00	11,03	31,90	42,93
g Kg ⁻¹		%		dS m ⁻¹			
PH	C	MO	V	PST	CE		
6,06	3,46	5,97	74,66	4,33	0,62		

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos dois tempos de avaliação do estado nutricional da araruta “Comum” por diagnose foliar, ocorrendo aos 180 e 272 dias após o plantio (DAP), período de formação e maturação dos rizomas respectivamente. As subparcelas foram constituídas pelas 5 doses do biofertilizante ovino (0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹).

O biofertilizante foi produzido na Estação de Biofertilização da Fazenda Experimental Piroás, conforme a metodologia descrita por Viana et al. (2013), utilizando 100 L de esterco ovino fresco, 30 L de esterco avícola, 5 L de cinza de carvão e 270 L de água. Tais insumos foram colocados em uma caixa d'água de 500 L, onde permaneceram por 30 dias, período necessário para a decomposição da matéria orgânica. Para acelerar o processo de decomposição foi realizada diariamente a técnica de aeração, de forma manual, duas vezes por dia, durante 30 minutos. Após o período de fermentação foi realizada análise química do biofertilizante (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização química do biofertilizante ovino. Redenção - CE, 2021.

Características Químicas														
g L ⁻¹					mg L ⁻¹					dS m ⁻¹		%		
N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Zn	Cu	Mn	CE	C	MO	C/N	Ph	
0,32	0,17	0,05	0,74	0,28	58	2	0	8	7,47	0,17	0,31	5	6,91	

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais do IFCE – Campus Limoeiro do Norte (LABSAT).

A aplicação do biofertilizante se deu de forma direta, utilizando um copo medidor específico para esta finalidade, de acordo com as diferentes dosagens definidas para cada tratamento. As dosagens foram divididas e a aplicação feita duas vezes por semana, a partir do 15º dia após o plantio (DAP). O biofertilizante era disposto em canos de PVC

de aproximadamente 30 centímetros de comprimento, instalados ao lado das plantas, com o objetivo de evitar o acúmulo do insumo na superfície do solo.

O método de irrigação foi o localizado com sistema de gotejamento, utilizando dois gotejadores por vaso, totalizando uma vazão média de 8 L h⁻¹. Após a instalação do sistema de irrigação, o teste de uniformidade foi realizado, com o objetivo de se avaliar a eficiência do sistema, conforme a metodologia proposta por Christiansen (1942). A irrigação foi aplicada diariamente, a partir do Método do tanque classe “A”.

Para a determinação da diagnose foliar, foram coletadas quatro folhas maduras no terço médio da haste principal das plantas para cada tratamento em dois períodos (180 e 272 DAP). As amostras foram levadas para o laboratório de solos, águas e tecidos vegetais (LABSAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Limoeiro do Norte - CE, com a finalidade de determinar o teor nutricional da planta.

Os teores de nitrogênio (N) foram determinados pelo método micro Kjeldahl, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). No extrato obtido por digestão nitroperclórica, foram obtidos os teores de fósforo (P), por meio da colorimetria; potássio (K) e sódio (Na) por fotometria de chama. Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) por espectrofotometria de absorção atômica, os de enxofre (S) por turbidimetria. Os teores de boro (B) foram extraídos por incineração e determinados por colometria de curmumina (MALAVOLTA et al., 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova). Os dados de natureza qualitativa (épocas de avaliação), quando significativos, foram submetidos ao teste de médias de Tukey. Já os dados de natureza quantitativa (doses de biofertilizante) foram submetidos à análise de regressão no Excel, selecionando as equações que melhor se ajustaram aos dados através do maior coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme as análises de variância dos teores nutricionais da araruta “Comum” por diagnose foliar, em função das doses de biofertilizante ovino e épocas de avaliação (Tabela 3), é observado interação significativa de épocas para o N e, doses para o teor nutricional de P. Enquanto que K, Ca, Mg e S apresentaram interação significativa entre a época de avaliação e as doses de biofertilizante, ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

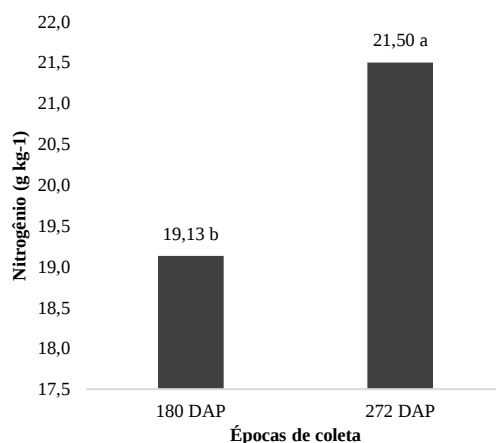
Tabela 3 - Resumo das análises de variância dos teores nutricionais da araruta “Comum” por diagnose foliar de N, P, K, Ca, Mg e S, em função das doses de biofertilizante ovino e épocas de avaliação. Redenção, Ceará, 2021.

FV	Quadrado Médio						
	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	4,57049 ^{ns}	0,01067 ^{ns}	6,94138 ^{ns}	1,27093 ^{ns}	0,59869 ^{ns}	0,21138 ^{ns}
Épocas (A)	1	72,1214 ^{**}	2,8193 ^{ns}	9,2280 ^{ns}	298,5915 ^{**}	33,3572 [*]	176,0367 ^{**}
Resíduo (A)	3	0,7801	0,0099	7,4414	0,2517	12,4785	0,173
Doses (B)	4	2,5086 ^{ns}	4,1610 [*]	33,5129 ^{**}	14,1599 ^{**}	16,2115 ^{**}	121,3945 ^{**}
Int. A x B	4	1,2240 ^{ns}	2,3114 ^{ns}	4,7218 ^{**}	6,1273 ^{**}	16,0630 ^{**}	34,7792 ^{**}
Resíduo (B)	24	3,9485	0,0398	3,7267	1,3343	0,1949	0,0679
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (A)	-	4,35	4,09	10,77	5,46	9,19	9,93
CV (B)	-	9,78	8,19	7,62	12,57	7,49	6,23

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) ^{*} significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) ns- não significativo ($p \geq 0,05$).

Um incremento de 11% no teor de N nas folhas aos 272 DAP em relação à avaliação realizada aos 180 DAP (Figura 1), foi verificado. Este resultado pode ser explicado pela constante aplicação do biofertilizante ovino no decorrer do experimento, haja visto que os fertilizantes orgânicos são fontes de nitrogênio, um macronutriente essencial para o metabolismo das plantas (MARSCHNER, 2012).

Figura 1 - Teores foliares de nitrogênio em plantas de araruta “Comum” adubadas com biofertilizante ovino, em duas épocas de avaliação. Redenção, Ceará, 2021.



Pereira (2019), ao trabalhar com duas variedades de araruta (Viçosa e Seta) cultivadas em solo e adubadas com fertilizante sintético, observou acúmulo máximo estimado de 239,0 kg ha⁻¹ (11,95 g kg⁻¹) de nitrogênio, no período de 222 DAP. Resultado que é bem inferior ao da pesquisa (21,50 g kg⁻¹ de N), em que tamanha superioridade pode ser explicada pelo tipo de adubo adotado, o qual possibilitou maior acúmulo de nitrogênio nas folhas. Para Santos et al. (2017), a adubação orgânica é capaz de fornecer elementos minerais gradualmente para as plantas, elevando o seu estado nutricional.

Os teores de fósforo presente nas folhas não puderam ser ajustados a nenhum modelo de regressão testado. Para este, as médias de concentração do nutriente foram 2,35; 2,67; 2,40; 2,45 e 2,30 g kg⁻¹ para cada dose aplicada (0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹), respectivamente. Observando maior incremento na dose 2 (300 mL planta⁻¹), o qual proporcionou mais de 0,22 g kg⁻¹ de P, em relação as demais doses.

Os valores médios obtidos com o emprego do biofertilizante ovino apresentaram concordância com o valor médio do nutriente (2,71 g kg⁻¹) verificado por Sedyama et al. (2020), ao adubar a araruta “Comum” com esterco bovino. No entanto, foram inferiores ao obtido por Pereira (2019), o qual observou valor médio de 3,8 g kg⁻¹ de P na variedade Viçosa. Para Croft et al. (2017) e Xavier et al. (2019), a variação de nutrientes no tecido vegetal pode ser decorrente das características nutricionais dos adubos, influenciando diretamente no acúmulo de nutrientes pelas plantas.

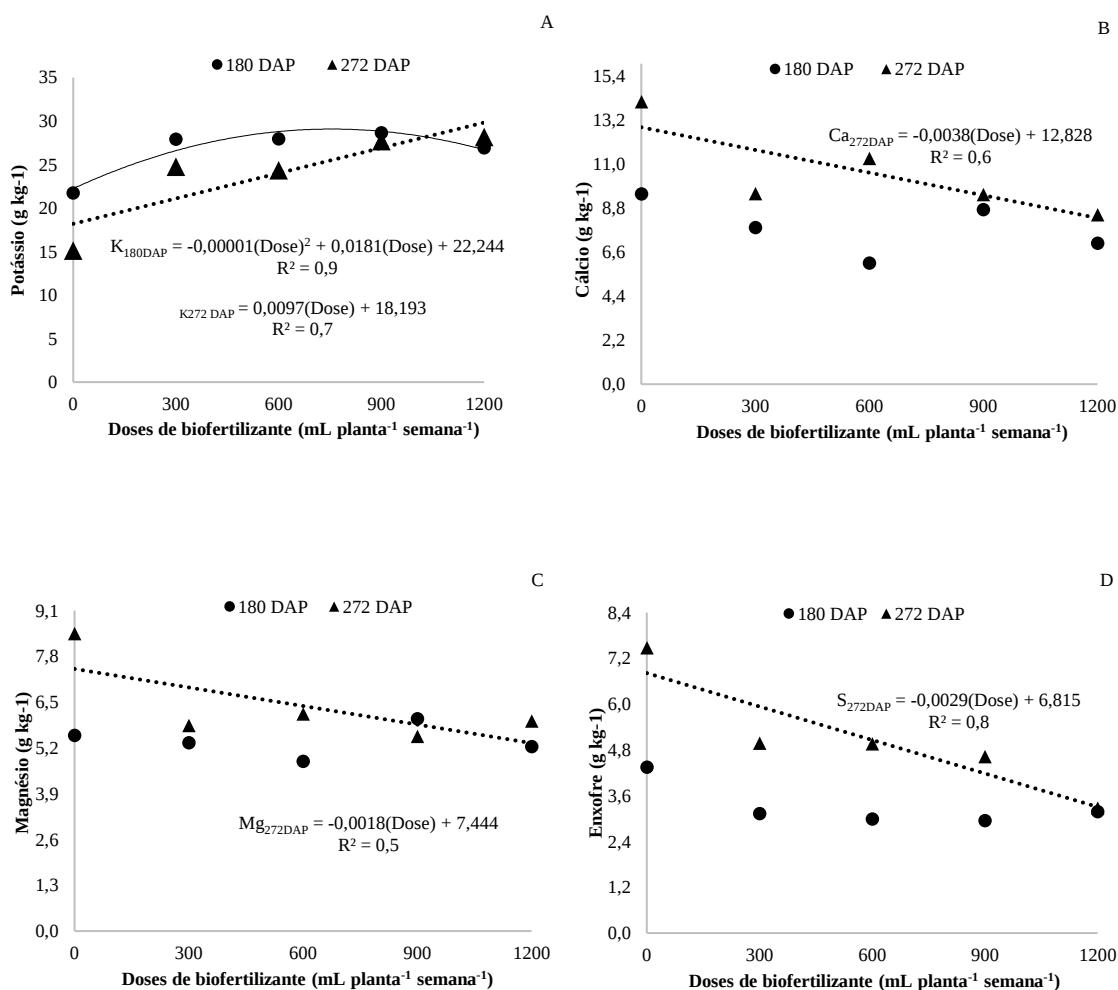
O K foi o macronutriente mais acumulado na parte aérea da araruta. Os teores para a época de 180 DAP foram ajustados ao modelo polinomial quadrático (Figura 2A), no qual, estima que o máximo acúmulo do nutriente foi de 30,43 g kg⁻¹ na dose 905 mL planta⁻¹ semana⁻¹. Tal resultado possibilitou observar um aumento de mais de 40 % no teor de K (8,70 g kg⁻¹) em relação ao tratamento controle. Já na segunda época de avaliação (272 DAP), o teor foliar cresceu linearmente de 18,20 para 29,83 g kg⁻¹, ao nível de 2,91 g kg⁻¹ por aumento unitário da dosagem do biofertilizante fornecido.

Na literatura, são escassos os dados referentes a exportação e teores-padrão de nutrientes nas folhas definidos para a cultura da araruta. No entanto, de acordo com Marschner (2012), a maioria das culturas apresentam teores críticos de potássio que variam entre 30 a 60 g kg⁻¹.

Esses resultados mostram que a araruta “Comum” aos 180 DAP com o aporte do biofertilizante esteve dentro da faixa adequado para o nutriente. Enquanto que, na segunda época, o teor foliar do nutriente só esteve na faixa considerada adequado quando as plantas foram submetidas a doses superiores a 600 mL de biofertilizante. Tal resultado

pode ser decorrente da translocação do nutriente para o acúmulo de matéria seca no órgão de reserva (rizoma) e pela senescência das folhas (OLIVEIRA et al., 2011), uma vez que a época de 272 DAP é o período de colheita.

Figura 2 - Teores foliares de potássio (A), cálcio (B), magnésio (C) e enxofre (D) em plantas de araruta “Comum” submetidas a doses de biofertilizante ovino, em duas épocas de avaliação. Redenção, Ceará, 2021.



Silva (2017), ao trabalhar com a produção e qualidade do inhame em função de doses de nitrogênio e potássio, obteve resultados semelhantes ao presente estudo, alcançando teor máximo de 26,5 g kg⁻¹ de K na folha. De maneira oposta, Santos et al. (2017), quantificou valores entre 2,08-2,90 g kg⁻¹ do composto orgânico nas folhas de bananeira para o biofertilizante bovino aeróbio e anaeróbio, respectivamente.

Os teores foliares de cálcio da araruta “Comum” foram superiores nas plantas mais velhas (Figura 2B). Na primeira amostragem, aos 180 DAP, os dados não mostraram adequação a nenhum modelo de regressão testado e o valor médio, em função das doses do biofertilizante, foi de aproximadamente $7,82 \text{ g kg}^{-1}$. Por outro lado, aos 272 DAP, foi verificado ajuste ao modelo linear decrescente, onde os dados decresceram de $12,83 \text{ g kg}^{-1}$ nos tratamentos sem a adubação para o valor de $8,27 \text{ g kg}^{-1}$ relativo à maior dose do insumo ($1.200 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$), observando um declínio de $1,14 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca por aumento de dose do biofertilizante ovino.

A diminuição na concentração do cálcio foliar conforme o aumento no aporte de nutrientes fornecidos pela a adubação orgânica, pode estar relacionada com a competição entre K e Ca devido às propriedades fisiológicas desses íons, uma vez que o K é preferencialmente absorvido e transportado na planta em relação ao Ca (FAGERIA, 2001; COELHO et al, 2017). Corroborando com o supracitado, os dados do presente estudo demonstram que à medida que o potássio aumenta sua concentração foliar em função das doses do biofertilizante, o cálcio apresenta resultado contrário de acúmulo nas folhas em função das doses para a época 272 DAP (Figura 2A e 2B).

Todavia, os níveis de Ca encontrados na araruta em função das doses de biofertilizante ovino em ambas as épocas, foram superiores ao valor médio de $4,27 \text{ g kg}^{-1}$ para a mesma cultura, encontrado por Sediya et al. (2020). Superaram também os observados por Thumé et al., (2013), o qual avaliou níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce (Amanda, Carolina Vitória e Duda) adubadas com NPK, obtendo os teores médios de $6,74$; $7,78$ e $7,05 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca respectivamente.

Assim como o Ca, a adição do biofertilizante no substrato proporcionou decréscimo dos teores foliares de magnésio com o aumento das doses de insumo (Figura 2C). Os valores do nutriente e aos 180 DAP não apresentaram conformidade a nenhuma modelo de regressão testado. Para este, o valor médio alcançado foi de $5,40 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg. Por outro lado, na avaliação realizada aos 272 DAP, os dados foram ajustados ao modelo linear decrescente, com redução de aproximadamente 30% do tratamento controle ($7,44 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg) para a maior dose fornecida ($5,28 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg). Diante disso, foi possível observar atenuação no acúmulo foliar de $0,54 \text{ g kg}^{-1}$, à medida que aumenta a dose na adubação das plantas.

O resultado decrescente nos teores foliares de Mg podem estar relacionados com o efeito antagônico do Ca, visto que a sua concentração foi maior no tecido foliar. Além do mais, estes apresentam propriedades químicas bem semelhantes, como o grau de

valência e a mobilidade, fazendo com que exista competição pelos sítios de adsorção no solo e na absorção pelas raízes (NASCIMENTO et al., 2012).

Outra possível explicação para esse resultado é dada por Fernandes et al. (2017), onde a redução no teor de magnésio com o aumento no fornecimento de insumo, pode estar relacionado com a concentração de potássio no adubo. Uma vez que plantas bem nutridas em K apresentam maior crescimento, causando assim, efeito diluição na concentração de Mg.

Santos et al. (2017), ao analisarem o estado nutricional da banana prata submetida a doses de biofertilizante, observaram que assim como o presente estudo, os teores foliares de magnésio reduziam com o aumento na dose de biofertilizante disposta para as plantas. Ainda conforme os autores, esse resultado pode estar relacionado com o efeito antagônico do K e ao efeito tóxico do Na presente no insumo orgânico, inibindo a absorção do magnésio pela cultura. Para Borges et al. (2016), as interações iônicas podem facilitar ou complicar a absorção de nutrientes pelas plantas.

Os teores foliares de enxofre em plantas com 180 DAP, não apresentaram ajuste aos modelos de regressão matemáticos testados. Para este, o valor médio do experimento foi de aproximadamente $3,32 \text{ g kg}^{-1}$. Por outro lado, os valores relativos à época de 272 DAP, demonstraram ajuste ao modelo linear decrescente, expressando valor máximo de 6,82 e mínimo de $3,34 \text{ g kg}^{-1}$ para as doses de 0 e $1.200 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$, respectivamente (Figura 2D). Acarretando em uma redução total de 51%, o qual promoveu um declínio de $0,87 \text{ g kg}^{-1}$ de S por aumento unitário da dose de biofertilizante ovino. Corroborando estes resultados, Pereira (2019), ao analisar o teor nutricional de duas variedades de *Maranta arundinaceae* L., verificou na variedade Seta acúmulo foliar de $6,2 \text{ g kg}^{-1}$ de S no período de 285 dias após o plantio.

Apesar do ajuste decrescente, as plantas mais velhas apresentaram maior concentração de enxofre, evidenciando maior necessidade do elemento no estágio final da cultura ou, maior disponibilidade pode ter ocorrido devido o tempo para ocorrer sua mineralização. Para Silva & Trevizam (2015), o enxofre é considerado um importante macronutriente para o metabolismo vegetal, visto que, do mesmo modo que o nitrogênio, o enxofre participa da síntese de proteína nas plantas.

Os teores de Cu e Mn apresentaram resultados significativos isolados para épocas e doses, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Enquanto que os teores de Zn, B e Na apresentaram interação significativa entre a época de avaliação e as doses de

biofertilizante, ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. O Fe não apresentou valores significantes estatisticamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo das análises de variância dos teores nutricionais da araruta “Comum” por diagnose foliar de Fe, Zn, Cu, Mn, B e Na, em função das doses de biofertilizante ovino e épocas de avaliação. Redenção, Ceará, 2021.

FV	Quadrado Médio						
	GL	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
Blocos	3	4,6889*	1,422 ^{ns}	3,2653 ^{ns}	84,0222 ^{ns}	6,4667 ^{ns}	89,6229 ^{ns}
Épocas (A)	1	0,021 ^{ns}	48,6522**	314,608**	76,699**	282,139**	333,470**
Resíduo (A)	3	105,756	1,689	1,045	11,355	22,867	63,523
Doses (B)	4	2,549 ^{ns}	71,296**	7,35**	2,327 ^{ns}	5,9110**	0,712 ^{ns}
Int. A x B	4	1,771 ^{ns}	3,898*	1,344 ^{ns}	2,369 ^{ns}	3,8290*	4,914**
Resíduo (B)	24	127,639	1,5	2,101	133,383	10,667	59,392
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (A)	-	16,31	9,82	14,6	6,57	13,78	14,31
CV (B)	-	17,92	9,26	20,71	22,53	9,41	13,84

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) ns- não significativo ($p \geq 0,05$).

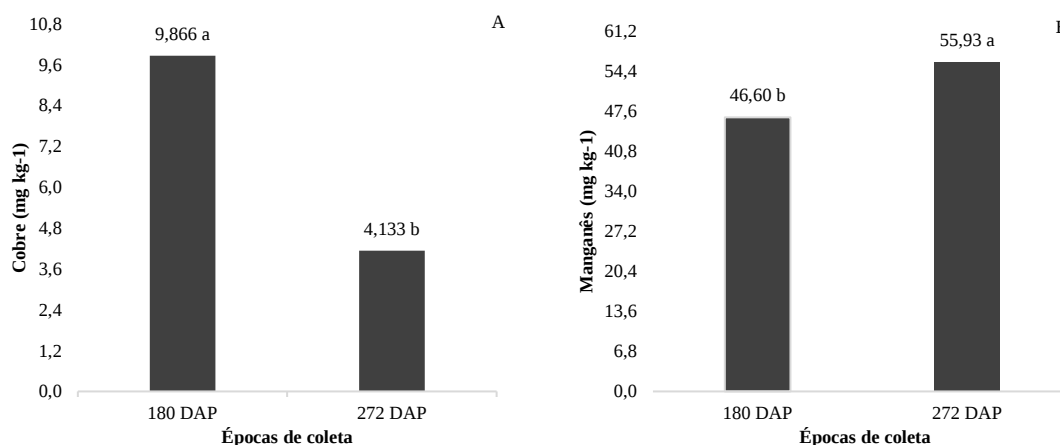
Os teores de Cu presente nas folhas da araruta “Comum” em função das épocas de coleta, diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,01$) (Figura 3A). A amostragem realizada aos 180 DAP revelou concentração 58% maior do nutriente em relação a segunda época de avaliação nutricional (272 DAP).

O fato da primeira época de diagnose foliar ter apresentado superioridade no acúmulo deste micronutriente (Cu), pode estar relacionado a diferentes fatores. Dentre estes, a maior exigência e exportação de Cu por plantas mais jovens de araruta comum, como pode estar relacionado ao efeito diluição do nutriente no tecido foliar nas plantas mais velhas ou, ter ocorrido interação antagônica entre os cátions cálcio (Ca^{2+}) e cobre (Cu^{2+}) (SILVA; TREVIZAM, 2015).

Os teores de Mn nas folhas aos 272 DAP foram superiores aos teores identificados nas plantas mais jovens (180 DAP). Ao longo do período analisado o incremento deste nutriente foi de 16,7%. Tal resultado pode estar relacionado com a maior necessidade

nutricional das plantas mais velhas ou pelo fato de as plantas mais jovens apresentarem uma superioridade na taxa de crescimento relativo de matéria seca em relação à taxa de absorção relativa do nutriente, causando efeito diluição (MAIA et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2019).

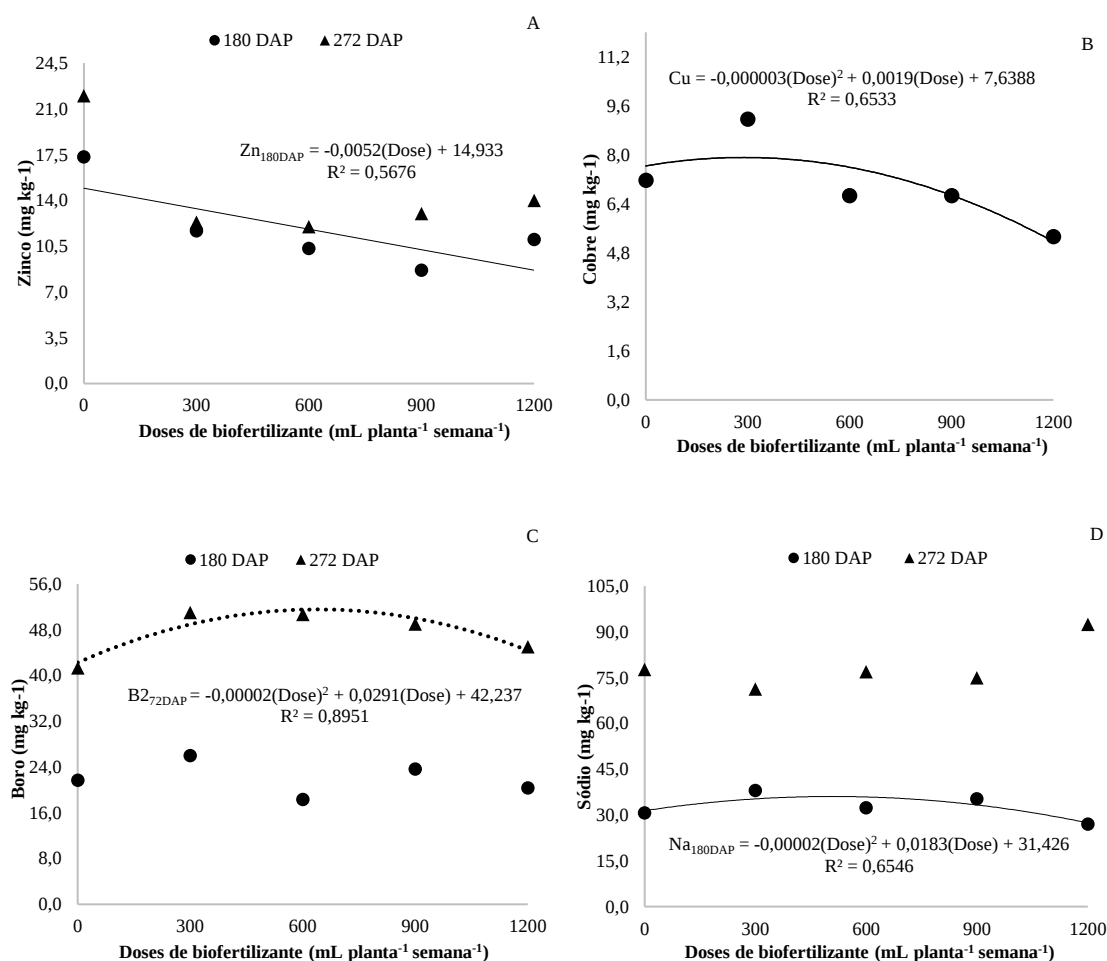
Figura 3 - Teores foliares de cobre (A) e manganês (B) em plantas de araruta “Comum” adubadas com biofertilizante ovino, em duas épocas de avaliação. Redenção, Ceará, 2021.



Conforme Furlani (2004), os teores de manganês entre 20-500 mg kg⁻¹ são considerados apropriados para o crescimento e desenvolvimento normais das plantas. Neste estudo, as plantas de araruta “Comum” em ambas as épocas de avaliação nutricional apresentaram valores dentro da faixa adequada para o nutriente. No entanto, foram inferiores aos observados por Sediya et al. (2020), o qual constataram valores médios de 334,90 e 194,11 mg kg⁻¹ para as variedades “Comum” e “Seta”, nessa ordem.

Os teores foliares de zinco da araruta comum para o período de 180 DAP não foram ajustados a nenhum modelo matemático testado. Os valores médios encontrados para o acúmulo do nutriente foi de 17,33; 11,66; 10,33; 8,66 e 11,0 mg kg⁻¹ para cada dose aplicada (0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹), respectivamente. Por outro lado, o período de 272 DAP retratou valores que ajustaram ao modelo de regressão linear decrescente, cujo os valores reduziram aproximadamente 42% da dose 1 (14,93 mg kg⁻¹) para a 5 (8,69 mg kg⁻¹) (Figura 4A). Ainda conforme a figura é possível identificar perda na acumulação do nutriente correspondendo a 1,56 mg kg⁻¹ conforme o biofertilizante é acrescido.

Figura 4 - Teores foliares de zinco (A), cobre (B), boro (C) e sódio (D) em plantas de araruta “Comum” submetidas a doses de biofertilizante ovino, em duas épocas de avaliação. Redenção, Ceará, 2021.



O resultado decrescente nos teores de zinco conforme o aumento da disponibilidade do biofertilizante para as plantas, pode estar associado com a diferentes interações que ocorrem entre P e Zn. Para Araújo & Machado (2006); Silva & Trevizam (2015), o fósforo possui a capacidade de estimular o crescimento das plantas e, com isso, diluir a concentração de zinco no tecido vegetal, mas também pode causar efeito antagônico, desfavorecendo o transporte de zinco do sistema radicular para a parte aérea da cultura. Já Matias et al. (2010), informa que o Zn pode ter alterações metabólicas ocasionadas pelos elementos Cd, Ca, Cu, Fe, Mn e Se, dificultando sua absorção pelas plantas.

Silva e Borges (2008) relatam que o nível crítico adequado de zinco para o conteúdo foliar da bananeira deve estar entre 18,70 a 19,70 mg kg⁻¹. Para a batata-doce a faixa considerada adequada desse nutriente nas folhas é de 20 a 50 mg kg⁻¹ (LORENZI et

al., 1997). Raij et al. (1997), informa que os níveis adequados de zinco para a maioria das culturas na massa seca foliar é de 20 a 100 mg kg⁻¹, valores não encontrados em ambas as épocas de amostragem no presente estudo, indicando possível deficiência nutricional na cultura. Diante disso, fica evidenciado que o teor de Zn presente na araruta “Comum” esteve abaixo da faixa considerada adequada para essas culturas, indicando possível deficiência ou menor exigência deste nutriente para as plantas de araruta.

O fato da primeira época de diagnose foliar ter apresentado superioridade no acúmulo deste micronutriente, pode estar relacionado a diferentes fatores. Dentre estes, a maior exigência e exportação de Cu por plantas mais jovens de araruta comum, como pode estar relacionado ao efeito diluição do nutriente no tecido foliar nas plantas mais velhas ou, ter ocorrido interação antagônica entre os cátions cálcio (Ca²⁺) e cobre (Cu²⁺) (SILVA; TREVIZAM, 2015).

O teor foliar do Cu presente na araruta em função das doses de biofertilizante, foi ajustado ao modelo polinomial quadrático (Figura 4B). O modelo matemático estima que o máximo acúmulo do nutriente foi de 7,94 mg kg⁻¹ na dose 316,67 mL planta⁻¹ semana⁻¹. Este resultado, representa um aumento de aproximadamente 30 % no teor de Cu em relação a maior dose (1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹) do biofertilizante.

Para a batata-doce, a faixa considerada adequada desse nutriente nas folhas é de 10-20 mg kg⁻¹ (LORENZI et al., 1997). Silva e Borges (2008) relatam que o nível crítico adequado de cobre para o conteúdo foliar da bananeira deve estar entre 7,2 - 8,0 mg kg⁻¹. Tomando como base essas informações, é visto que a araruta comum quando adubada com a dose citada anteriormente, esteve dentro da faixa adequada do nutriente.

Corroborando com os valores do presente estudo, Coelho et al. (2017), obtiveram teores de 7,0 a 7,7 mg kg⁻¹ de Cu na parte aérea de *Zingiber spectabile*, quando correu a omissão de sódio e potássio no adubo fornecido, respectivamente. Do mesmo modo, Coelho et al. (2020), trabalhando com a mesma cultura sob omissão de micronutrientes verificou que o tratamento controle apresentou acúmulo médio de 6,85 mg kg⁻¹ de Cu, estando este próximo aos valores citados anteriormente.

Os teores de boro para o período de 180 dias após o plantio, não foram ajustados a nenhum modelo de regressão. Para este, as médias de concentração do nutriente foram 21,66; 26,0 18,33; 23,66 e 20,33 mg kg⁻¹ para cada dose aplicada (0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹), respectivamente. Por outro lado, os valores relativos à época de 272 DAP, foram ajustados ao modelo polinomial quadrático, com valor máximo de

52,91 mg kg⁻¹ para a dose de 727,5 mL planta⁻¹ semana⁻¹ (Figura 4C), representando incremento de 20% no acúmulo do nutriente em relação ao tratamento controle.

De acordo com Lorenzi et al. (1997), a faixa de teor adequado de boro para a cultura da batata é de 25-50 mg kg⁻¹, batata-doce de 25-75 mg kg⁻¹ e para a mandioca de 15-50 mg kg⁻¹. Para Silva e Carvalho (2005), o nível crítico de B presente no conteúdo foliar da bananeira deve estar entre 12-25 mg kg⁻¹. A partir disso, é possível inferir que a araruta comum em ambas as amostragens realizadas (180 e 272 DAP) esteve dentro dos limites críticos estabelecidos para esses cultivos amiláceas e, superior ao nível considerado adequado para a bananeira, na segunda amostragem.

Sediyama et al. (2020), ao analisarem o teor nutricional da araruta “Comum” aos 120 dias após o plantio observaram valor médio de 23,97 mg kg⁻¹ de B, valor este bem próximo ao valor observado neste estudo para a época de 180 DAP. No entanto foi 54,7% inferior ao valor máximo obtido na época de 280 DAP, evidenciando uma maior necessidade desse nutriente na etapa final do ciclo.

O sódio foi o elemento em maior quantidade observado no conteúdo foliar da araruta “Comum”. Os teores foliares para a época de 180 DAP foram ajustados a uma função quadrática (Figura 4D). O modelo ajustado estima que o máximo acúmulo do nutriente foi de 35,61 mg kg⁻¹, na dose 457,5 mL planta⁻¹ semana⁻¹. Para a segunda amostragem de avaliação (272 DAP), não foi possível realizar ajuste a nenhum tipo de regressão, as médias de concentração do nutriente foram 77,66; 71,33; 77,0; 75,0 e 92,5 mg kg⁻¹ para cada dose aplicada (0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹), respectivamente.

Apesar da falta de ajuste, é constado que as plantas mais velhas apresentaram maior acúmulo do nutriente durante o ciclo, indicando maior exigência e/ou maior eficiência na utilização desse cátion. De acordo com Inocêncio et al. (2014), o sódio possui alta mobilidade no tecido vegetal, apresentando concentrações entre 13-35.100 mg kg⁻¹ na matéria seca da parte aérea.

Para Malavolta (2006), o Na é considerado um elemento benéfico para algumas culturas, colaborando no crescimento vegetal, na produção e/ou contribuindo para adaptação a condições adversas. É um elemento que pode substituir parcialmente o K, atuando em diversos fatores fisiológicos dos vegetais, como na ativação enzimática da ATPase, na osmorregulação, na absorção de macronutrientes e na permeabilidade das células (KORNDORFER, 2006).

CONCLUSÕES

Os teores foliares observados na araruta “Comum” adubada com o biofertilizante ovino estiveram dentro dos níveis críticos de macro e micronutrientes considerados adequados para a maioria das culturas, ou seja, o biofertilizante foi capaz de atender à necessidade nutricional da cultura. Com exceção do micronutriente zinco, o qual apresentou em ambas as épocas de avaliação teores inferiores aos considerados admissíveis.

A ordem decrescente de macro e micronutrientes acumulados no tecido foliar da araruta comum para a época de 180 DAP foi: $K > N > Ca > Mg > S > P$; $Fe > Mn > Na > B > Cu > Zn$. A segunda amostragem de avaliação (272 DAP) apresentou a mesma ordem de concentração para os macronutrientes, já os micronutrientes foi: $Na > Fe > Mn > B > Zn > Cu$.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p. 253-280.
- AZEVEDO, J. de; VIANA, T. V. de A.; SOUSA, G. G. de; GOMES, K. R.; CANJÁ, J. F.; AZEVEDO, B. M. de. Produção de biomassa e teores foliares de macronutrientes em abobrinha adubada com fertilizantes orgânicos em diferentes solos. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 7, 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4583>.
- BRANCO, L. M. C.; OLIVEIRA, E. G. de; SOUSA, F. R. O. de. Relatório Anual da Fazenda Experimental Piroás (FEP) – IDR – Ano base 2019. **UNILAB**. [S.L.]. 2020. Disponível em: <http://www.unilab.edu.br/wpcontent/uploads/2020/03/Relat%C3%B3rio-Anual-FEP-ano-2019.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.
- BORGES, F. R. M.; VIANA, T. V. de A.; MARINHO, A. B.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M. de. Gas exchange and leaf contents in bell pepper under energized water and biofertilizer doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 20, n. 6, p. 533-538, jun. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n6p533-538>.
- COELHO, V. A. T.; SOUZA, C. G.; SOUZA, E. N.; LACERDA, L. G.; ALVES, P. C. Deficiências de micronutrientes e sódio em gengibre ornamental: variáveis de

crescimento e composição mineral. **Multiverso: Revista Eletrônica do Campus Juiz de Fora** - IF Sudeste MG, v. 5, n. 0, p. 440, 2020.

COELHO, V. A. T.; DIAS, G. M. G.; FERREIRA, M. M.; RODAS, C. L.; SILVA, M. L. S.; PASQUAL, M. Potássio e sódio na composição mineral e crescimento em plantas de *Zingiber spectabile*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 35-40, 2017. DOI: 10.5039/agraria.v12i1a5417.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkley: University of California, 1942. 124 p.

CROFT, M. M.; HALLETT, S. G.; MARSHALL M. I. Hydroponic production of vegetable Amaranth (*Amaranthus cruentus*) for improving nutritional security and economic viability in Kenya. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 32, n. 6, p. 552-561, 2017.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 8, p. 1269-1290, 2001. [http:// dx.doi.org/10.1081/PLN-100106981](http://dx.doi.org/10.1081/PLN-100106981).

FERNANDES, A. M.; GAZOLA, B.; NUNES, J. G. D. S.; GARCIA, E. L.; LEONEL, M. Yield and nutritional requirements of cassava in response to potassium fertilizer in the second cycle. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n. 20, p. 2785-2796, 2017.

FERRARI, T. B.; LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S. Características dos rizomas e do amido de araruta (*Maranta arundinacea*) em diferentes estádios de desenvolvimento da planta. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 2, p. 93-98, 2005.

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.

INOCENCIO, M. F.; CARVALHO, J. G. de; FURTINI NETO, A. E. Potássio, sódio e crescimento inicial de espécies florestais sob substituição de potássio por sódio. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 113-123, 2014.

KORNDORFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006. p.355-374.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PNAC) no Brasil**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2014.

LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A.; MIRANDA FILHO, H. S. Raízes e tubérculos. IN: Raij B Van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC. (Eds.) **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: IAC; 1997. p. 221-230.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. D.; PORTO FILHO, F. D. Q.; GHEYI, R. H.; MEDEIROS, J. D. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 292-295, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 638 p., 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. London, Academic Press, 643 p., 2012.

MAULANI, R. R.; HIDAYAT, A. Characterization of the Functional Properties of Hydroxypropylated and Cross-linked Arrowroot Starch in Various Acidic pH Mediums. **International Journal Of Technology**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 176, 30 jan. 2016. *International Journal of Technology*. <http://dx.doi.org/10.14716/ijtech.v7i1.1226>.

MATTIAS, J. L.; CERETTA, C. A.; NESI, C. N.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. E.; LOURENZI, C. R.; VIEIRA, R. C. B. Copper, zinc and manganese in soils of two watersheds in Santa Catarina with intensive use of pig slurry. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1445-1454, 2010.

MENEZES JUNIOR, C.; FRANKLIN, L. F. C. Teores foliares de macronutrientes em mamoeiro cultivado em solo adubado com biofertilizante. **MAGISTRA**, v. 26, n. 2, p. 169-177, 2014.

MORENO, L. B.; TORALES, E. P.; HEID, D. M.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; ABRÃO, M. S. Influence of plant density and hilling on yield and profitability of arrowroot1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 47, p. 465-471. doi: 10.1590/1983-40632017v4748643, 2017.

NASCIMENTO, M. S. do; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D. Nutrient extraction and exportation by castor bean hybrid Iyra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 123-124, fev. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832012000100013>.

OLIVEIRA, F. L.; ARAUJO, A. P.; GUERRA, J. G. M. Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 291-298, 2011.

PEREIRA, E. D. **Crescimento e acúmulo de macronutrientes em araruta (*Maranta arundinacea* L.) ao longo do ciclo de cultivo**. 2019. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas, IAC. 1997, 285 p.

SANTOS, E. O.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; CARVALHO, A. C. P. P.; AZEVEDO, B. M. Biomass accumulation and nutrition in micropropagated plants of the banana ‘prata catarina’ under biofertilisers. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 901-911, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252017v30n410rc>.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; FONSECA, M. C. M.; BHERTING, A. S.; CAIXETA, G. Z. T.; PINTO, C. L. O. Agronomic performance and nutritional status of arrowroot in response to nitrogen fertilization with bovine manure. **Científica**, v. 48, n. 2, p. 118-127, 2020.

SEDIYAMA, M. A. N.; MAGALHÃES, I. D. P. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. D.O.; CARDOSO, D. S. C. P.; FONSECA, M. C. M.; CARVALHO, P. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) ‘Kaiser’. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 6, n. 2, p. 66-74, 2016.

SILVA, O. P. R. **Produção e qualidade de inhame (*Dioscorea* sp.) em função de doses de nitrogênio e potássio**. Areia - PB, 2017. 51 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba, 2017.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações Agronômicas - IPNI**, Piracicaba-SP, p. 10 - 16, 24 mar. 2015.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 245, p. 25-37, 2008.

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Avaliação nutricional de bananeira “Prata Anã” (AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método Dris. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 731-739, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000400004>.

SOUZA, D. C. de; SILVA, L. F. L.; RESENDE, L. V.; COSTA, P. A.; GUERRA, T. S.; GONÇALVES, W. M. Influence of irrigation, planting density and vegetative propagation on yield of rhizomes of starch the arrowroot. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 683-691, jul. 2018. Sociedade de Ciencias Agrarias de Portugal. <http://dx.doi.org/10.19084/rca18015>.

TEIXEIRA C. E. S.; TORRES, A. Q. A.; NIERI, E. M.; MELO, L. A.; SANTOS, L. V.; BOTELHO, A. S. Polímero hidroretentor e fertilização mineral na implantação de híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1060-1071, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509834950>.

THUMÉ, M. A. et al. Níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce, selecionados para a produção de etanol. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 863-875. 2013.

VELOSO, C. A. C.; BOTELHO, S. M.; VIÉGAS, I. de J. M.; RODRIGUES, J. E. L. F. Amostragem e diagnose foliar. **Embrapa Amazônia Oriental-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2020.

VIANA, T. V. de A.; SANTOS, A. P. G.; SOUSA, G. G.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M.; AQUINO, B. F. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.4, p.595-601, 2013.

VIEIRA, J. C. B.; COLOMBO, J. N.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; SILVESTRE, H. C. Desempenho da araruta ‘Viçosa’consorciada com crotalária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 4, p. 518-524, 2015.

WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (Ed). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. 491 p.

XAVIER, J. B; CASTRO, D. G; SILVA, D. M; ABREU, R. A. A; SOUZA, D. C; SILVA, M. L. S. Eficiência de absorção de nutrientes em *Amaranthus* spp. **Magistra**, v. 30, p. 199-210, 2019.