

DOSES DE BIOFERTILIZANTE E FORMAS DE PROPAGAÇÃO DA ARARUTA NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SUBSTRATO¹

Aluno: Vicente Miúdo Kimbamba

Orientador: Prof^a. Dr^a Aiala Vieira Amorim

Resumo

A araruta (*Maranta arundinacea* L.) é uma planta rizomatosa pertencente ao grupo de plantas alimentícias não-convencionais denominado PANCs. No Brasil, cultivo de hortaliças é a principal responsável pela utilização de adubos orgânicos e a araruta é uma cultura que se desenvolve bem quando adubada com fertilizantes orgânicos. Neste sentido, o uso de resíduos animais ou vegetais podem ser benéficos à cultura. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar a influência das doses de biofertilizante e das formas de propagação da araruta nas características de fertilidade do substrato. O experimento foi conduzido na área da Fazenda Experimental Piroás (FEP) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram as épocas de avaliações (inicial e final do ciclo), as subparcelas foram constituídas por cinco doses de biofertilizante misto (0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹) e as subsubparcelas foram as formas de propagação do rizoma (haste, parte do rizoma e o rizoma inteiro), com quatro blocos e quatro plantas úteis, totalizando 240 plantas. No final do ciclo, foi possível observar que após a aplicação dos tratamentos, todos os teores testados no substrato apresentaram superioridade em relação aos teores iniciais, evidenciando o efeito benéfico da aplicação contínua do biofertilizante.

Palavras-chave: Adubo; *Maranta arundinacea*; PANCs.

Abstract

Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) is a rhizomatous plant belonging to the group of unconventional food plants called PANCs. In Brazil, vegetable cultivation is the main responsible for the use of organic fertilizers and arrowroot is a crop that develops well when fertilized with organic fertilizers. In this sense, the use of animal or vegetal residues can be beneficial to the culture. In view of this, the objective of the present work was to evaluate the influence of biofertilizer doses and forms of arrowroot propagation on the fertility characteristics of the substrate. The experiment was conducted in the area of the Fazenda Experimental Piroás (FEP) of the Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). The experimental design was randomized block design with subdivided time plots. The plots were the evaluation periods (initial and final of the cycle), the subplots were composed of five doses of mixed biofertilizer (0; 300; 600; 900 and 1,200 mL plant⁻¹ week⁻¹) and the subplots were the forms of rhizome propagation (stem, part of rhizome and whole rhizome), with four blocks and four useful plants, totaling 240 plants. At the end of the cycle, it was possible to observe that after the application of the treatments, all the contents tested in the substrate presented superiority in relation to the initial contents, evidencing the beneficial effect of the continuous application of biofertilizer.

Keywords: fertilizer; *maranta arundinacea*; pangs

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Instituto de Desenvolvimento Rural da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia. Defendido e Aprovado em: 25/03/2021.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 MATERIAL E MÉTODOS	4
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

As plantas alimentícias não convencionais (PANC's) são definidas como plantas que não são comuns em nossos cardápios, ou não são produzidas em sistemas convencionais (BRACK, 2016). No contexto brasileiro, o cultivo dessas plantas é feito predominantemente por produtores rurais, existindo poucos estudos sobre essas espécies e em função desta carência são desconhecidos e/ou negligenciados por uma parcela significativa da população (TULER et al., 2019). Dentro do universo das PANC's estão incluídas as hortaliças tradicionais (ou ainda hortaliças não convencionais, no meio técnico-científico), que são conhecidas apenas em algumas regiões onde são cultivadas e não apresentam produção em larga escala (EMBRAPA, 2013). Logo, há carência de estudos científicos com a cultura, principalmente sobre o cultivo, pelo fato de a produção ser consumida de forma expressiva pelos próprios produtores (SOUZA et al., 2018).

A araruta (*Maranta arundinacea L.*) faz parte desse grupo de hortaliças tradicionais e já foi muito cultivada pelos agricultores familiares no Brasil, porém perdeu espaço nos últimos 50 anos, chegando quase à extinção (VIEIRA et al., 2015). É uma planta herbácea de aproximadamente 1,2 metros de altura, perene e rizomatosa, se desenvolve bem em solos úmidos, arenosos e profundos, com alto teor de matéria orgânica (LIMA et al., 2019). Ainda conforme os autores, o potencial de mercado internacional da araruta é alto, devido ao elevado teor de amido. Por isso há a necessidade de pesquisas da referida espécie para o resgate do plantio dessa cultura que pode servir como alternativa para a agricultura familiar (SANTOS et al., 2019). Dentre as variedades de maior importância agrônômica no Brasil, destacam-se a Comum, a Crioula e a Banana, sendo a primeira a mais difundida comercialmente por produzir amido de melhor qualidade (GOMES et al., 2010).

Relativamente à propagação da araruta, a aquisição de mudas é considerada um dos gargalos para expansão desta cultura, uma vez que não se tem legislação e nem viveiros específicos para a produção de mudas de araruta (GUILHERME et al., 2014). Ainda conforme os autores, os produtores de araruta utilizam os rizomas das suas plantas como material propagativo, reduzindo ainda mais a produtividade da cultura. Em função disso, muitas informações disponíveis originam-se da experiência de produtores e de extensionistas (SOUZA et al., 2019). Nesse sentido, torna-se relevante estudos visando à produção de rizomas de araruta de modo a aumentar a produtividade.

Os biofertilizantes são produtos provenientes da fermentação aeróbia e/ou anaeróbia de compostos orgânicos e, contêm em sua composição microrganismos ativos, enzimas e minerais

macronutrientes e micronutrientes (CANDIAN et al., 2016). Os biofertilizantes viabilizam melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (WECKNER et al., 2018). A aplicação de biofertilizantes na forma líquida oferece maior deslocamento dos nutrientes necessários para as plantas, por apresentar em sua composição, nutrientes que são facilmente disponíveis, quando comparados a outros adubos orgânicos (BORGES, 2017). O uso de biofertilizante ativa a microbiota do solo, melhora a estrutura física do solo, aeração, retenção de água e aumenta a fertilidade do solo (SANTOS et al., 2019).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência das doses de biofertilizante e das formas de propagação da araruta nas características de fertilidade do substrato.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área da Fazenda Experimental Piroás (FEP) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada em Redenção no Distrito de Barra Nova, CE. O clima da região é caracterizado como Aw', quente semiárido, com chuvas concentradas entre os meses janeiro e abril e médias anuais registradas de precipitação de 122,73 e 133,76mm, referentes aos anos de 2019 e 2020, respectivamente, e com temperatura de 27° C (FEP, 2021).

Para a condução do experimento, foi utilizada a araruta 'comum' (*Maranta arundinaceae* L.). As plantas foram cultivadas em canteiros de 4,0 m de largura e 6,0 m de comprimento, com quatro fileiras de plantas espaçadas de 1,0 m (entre linhas de plantio) x 0,30 m (entre plantas). O controle de plantas invasoras foi realizado com enxada entre os canteiros e manualmente dentro dos canteiros.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram as épocas de avaliações (no início no e final do ciclo), as subparcelas foram constituídas por cinco doses de biofertilizante e as subsubparcelas foram as formas de propagação do rizoma, com quatro blocos e quatro plantas úteis, totalizando 240 plantas.

As doses de biofertilizante (subparcelas) testadas foram 0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹, distribuídas nos canteiros, portanto um canteiro para cada dose aplicada. Nos canteiros, foram abertos sulcos com uma linha de plantio, com 0,30 m de largura e 0,30 m de profundidade e com espaçamento de 1,0 m entre eles, onde foram colocados os rizomas, conforme os tratamentos. As formas de propagação testadas foram o rizoma inteiro

(comprimento de aproximadamente 10,5 cm; peso médio de 50 g), ponta do rizoma (comprimento de aproximadamente 3,5 cm; peso médio de 15 g) e haste de plantas oriundas da colheita (cortadas a 20 cm de altura).

O biofertilizante foi produzido na Estação de Biofertilização da Fazenda Experimental Piroás e o preparo realizado em caixas d'água de polietileno com capacidade para 500 L, utilizando os seguintes insumos: 100 L de esterco bovino; 30 L de esterco de galinha; 5 L de cinza de carvão e 270 L de água. O biofertilizante foi aerado duas vezes por dia (processo manual) para acelerar o processo de decomposição. A aplicação do biofertilizante foi realizada duas vezes por semana, de acordo com as doses calculadas para cada tratamento, a partir dos 15 DAP (dias após o plantio), ao longo do ciclo de cultivo.

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo gotejamento e dimensionado para operar com uma linha lateral para duas linhas de plantio. Os gotejadores instalados tinham vazão média de 6 L h⁻¹. A frequência de irrigação foi diária, e o tempo de aplicação foi calculado a partir da evaporação medida no tanque classe "A", instalado na Fazenda, próximo à área experimental. Após a instalação do sistema de irrigação, foi realizada a avaliação da uniformidade do sistema, com a metodologia proposta por Christiansen (1942).

Antes da aplicação dos tratamentos, as amostras de solo na camada de 0,0 a 0,30 m de profundidade foram coletadas. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e submetidas à análise laboratorial para caracterização química, conforme Embrapa (2013). No final do experimento, foram coletadas novas amostras em função das doses de biofertilizante e das formas de propagação do rizoma e encaminhadas para análise laboratorial.

Os dados coletados foram analisados pela estatística descritiva clássica. Foram aplicados testes para verificar a normalidade dos dados e posteriormente, por meio da análise de variância, avaliou-se a significância dos tratamentos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de natureza qualitativa (épocas de plantio e formas de propagação) foram submetidos ao teste de média e os dados de natureza quantitativa (doses de biofertilizantes) através de regressão. Quando houve interação significativa entre os fatores, os dados foram analisados por análise de regressão. E na interação tripla, quando houve significância fez-se um gráfico para cada forma de propagação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As épocas de avaliação do substrato influenciaram significativamente todos os teores nutricionais avaliados. De igual modo, os teores nutricionais do solo foram influenciados significativamente pelas doses de biofertilizante. Já as formas de propagação influenciaram significativamente apenas os teores de N. A interação entre as épocas de avaliação e as doses de biofertilizante foi significativa apenas para o teor de N. Já na interação entre as formas de propagação e as doses de biofertilizante houve efeito significativo para os teores N, P, K, Mg e Na. Enquanto que a interação entre as épocas de avaliação e as formas de propagação foi significativa para todos os teores avaliados. Houve interação tripla épocas x formas de propagação x doses de biofertilizante para os teores de N, P, K, Mg e Na (Tabela 2).

Tabela 1- Resumo das análises de variância dos teores nutricionais do substrato N, P, K, Ca, Mg e Na, em função das épocas de coleta do substrato, formas de propagação e das doses de biofertilizante. Redenção, Ceará, 2019

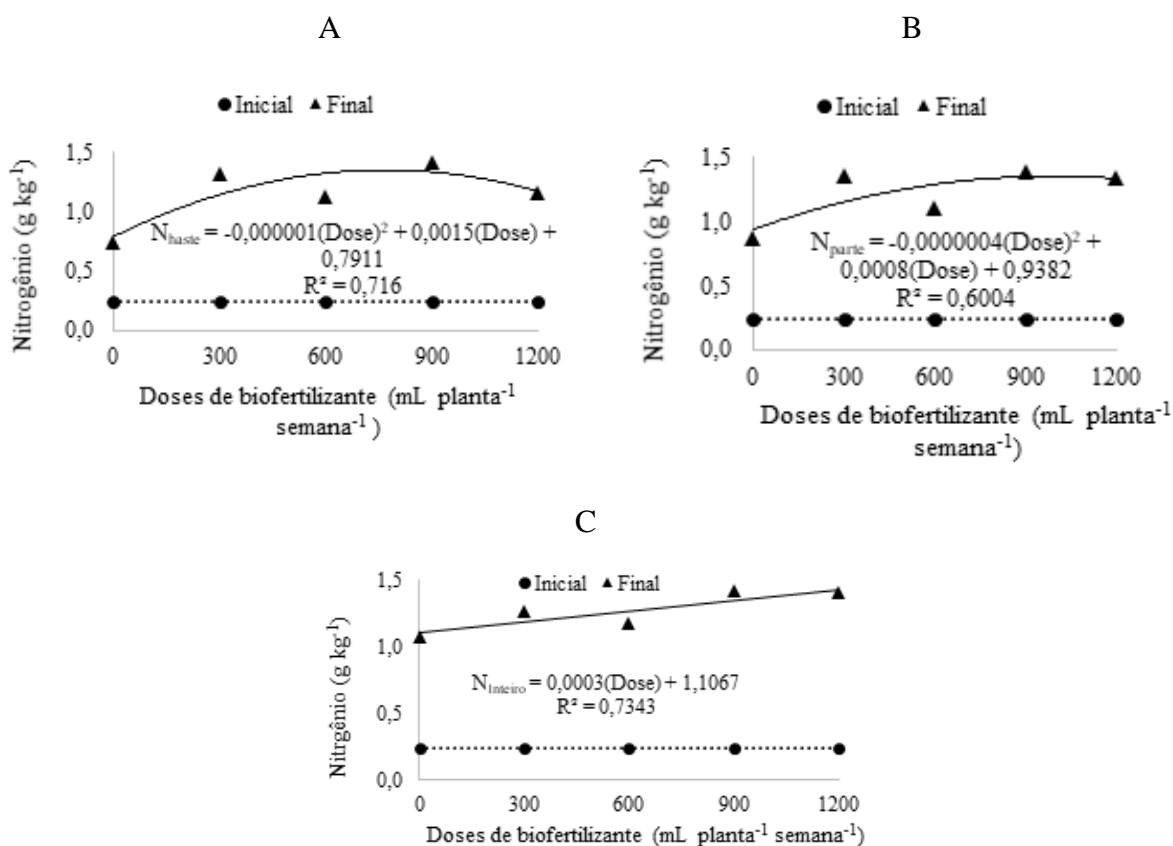
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	Na
Blocos	3	0,024 ^{ns}	39,212 ^{ns}	0,085 ^{ns}	57,895 ^{ns}	18,744 ^{ns}	0,527 ^{ns}
Épocas de avaliação - (Ta)	1	28,39 ^{**}	41639,29 ^{**}	5,557 ^{**}	8095,06 ^{**}	1442,36 ^{**}	68,856 ^{**}
Resíduo (A)	3	0,026	117,546	0,159	78,248	30,410	0,308
Biofertilizante - (Tb)	4	0,245 ^{**}	4725,64 ^{**}	1,868 ^{**}	591,69 ^{**}	261,123 ^{**}	3,819 ^{**}
Int. Ta x Tb	4	0,245 ^{**}	4725,64 ^{**}	1,868 ^{**}	591,69 ^{**}	261,123 ^{**}	3,819 ^{**}
Resíduo (B)	24	0,004	137,027	0,033	18,65	1,669	0,116
Propagação – (Tc)	2	0,031 ^{**}	225,248 ^{ns}	0,083 ^{ns}	17,508 ^{ns}	3,491 ^{ns}	0,072 ^{ns}
Int. Ta x Tc	2	0,031 ^{**}	225,248 ^{ns}	0,083 ^{ns}	17,508 ^{ns}	3,491 ^{ns}	0,072 ^{ns}
Int. Tb x Tc	8	0,016 ^{**}	649,850 ^{**}	0,262 ^{**}	30,901 ^{ns}	11,435 ^{**}	0,219 ^{**}
Int. Ta x Tb x Tc	8	0,016 ^{**}	649,850 ^{**}	0,262 ^{**}	30,901 ^{ns}	11,435 ^{**}	0,219 ^{**}
Resíduo (C)	60	0,003	211,825	0,056	17,492	1,359	0,072
Total	119						
CV (A) (%)	-	22,48	19,85	27,95	16,15	31,89	25,70
CV (B) (%)	-	9,62	21,43	12,82	7,89	7,47	15,79
CV (C) (%)	-	8,70	26,64	16,60	7,64	6,74	12,43

Fonte: Autores (2021).

**significativo a 1%; *significativo a 5% pelo teste F; ^{ns} - não significativo pelo teste F. FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade.

O teor médio de N na análise inicial foi de 0,25 g kg⁻¹. No final do ciclo, os teores de N foram ajustados ao modelo polinomial quadrático em função das doses de biofertilizante e formas de propagação. A dose 750 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante maximizou o teor de N no substrato, em 1,35 g kg⁻¹ para forma de propagação a partir de haste (Figura 1A). Na propagação usando parte do rizoma, a dose 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹ maximizou o teor de N, em 1,34 g kg⁻¹ (Figura 1B). Já para a propagação com o rizoma inteiro, os teores de N no substrato em função das doses de biofertilizante na época de avaliação final se ajustou melhor ao modelo linear, com o teor máximo de 1,42 g kg⁻¹ (Figura 1C).

Figura 1– Teores de Nitrogênio (N) no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C)



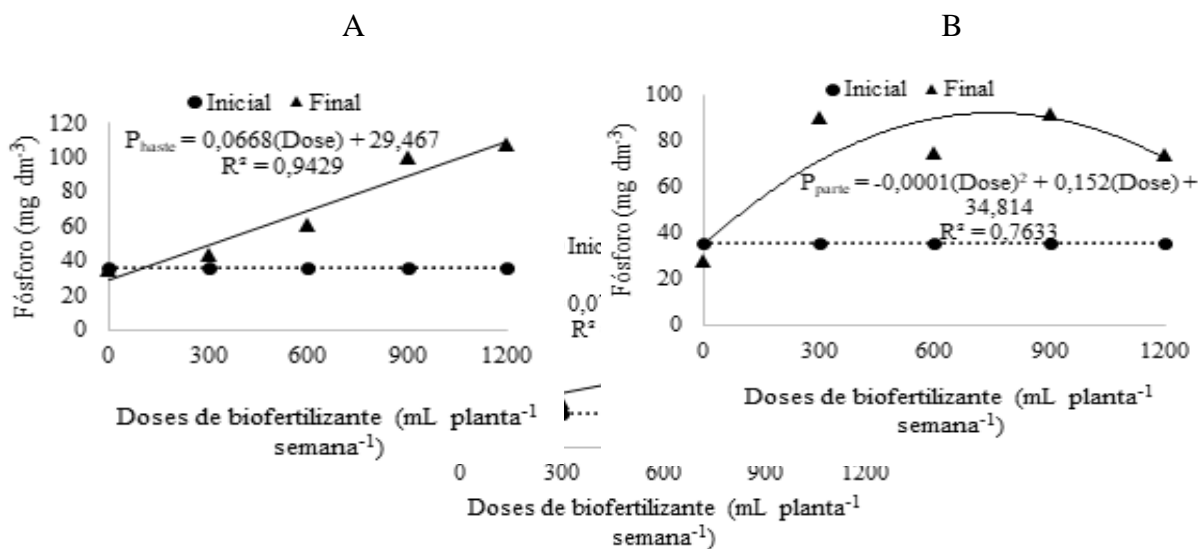
Fonte: Autores (2021)

O aumento nos teores de N após a adição do biofertilizante no solo em relação à análise inicial, pode ser atribuído à grande quantidade de matéria orgânica presente no biofertilizante. Nos solos, a maior parte do N presente está na forma orgânica e, a matéria orgânica é a fração do solo mais rica nesse nutriente (OLIVEIRA NETO, 2019). Verifica-se que os teores de N nas diferentes formas de propagação foram semelhantes, porém, as doses de biofertilizante foram diferentes em cada forma de propagação. Tal fenômeno pode ter ocorrido provavelmente, pelo

fato do biofertilizante conter teor de $1,06 \text{ g kg}^{-1}$ em sua composição ou devido a concentração da matéria orgânica no substrato, uma vez que é a maior fonte de nitrogênio (MENEZHIN et al., 2014). Por ser um elemento essencial, o nitrogênio é muito importante para o desenvolvimento e crescimento das plantas, auxiliando na produção de novas células e tecidos da planta (NUNES, 2016).

O teor médio de fósforo na análise inicial foi de $36,8 \text{ mg dm}^{-3}$, classificado como alto pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC, 2020). No final do ciclo, os teores de P foram ajustados ao modelo polinomial quadrático para a forma de propagação parte do rizoma em função das doses de biofertilizante, em que a dose $760 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ de biofertilizante maximizou o teor de P em $92,6 \text{ mmolc dm}^{-3}$ (Figura 2B), valor considerado muito alto pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC, 2020). Enquanto que, nas formas de propagação por haste (Figura 2A) e rizoma inteiro (Figura 2C), os teores de P em função das doses de biofertilizante na época de avaliação final foram ajustados ao modelo linear, com teores máximos de $107,7 \text{ mmolc dm}^{-3}$ e $114 \text{ mmolc dm}^{-3}$, respectivamente, nas maiores doses de biofertilizante. Verifica-se que, para as formas de propagação, os teores de fósforo do substrato na análise final ficaram acima do valor inicial de $36,8 \text{ mg dm}^{-3}$.

Figura 2 – Teores de Fósforo (P) no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C)



Fonte: Autores (2021).

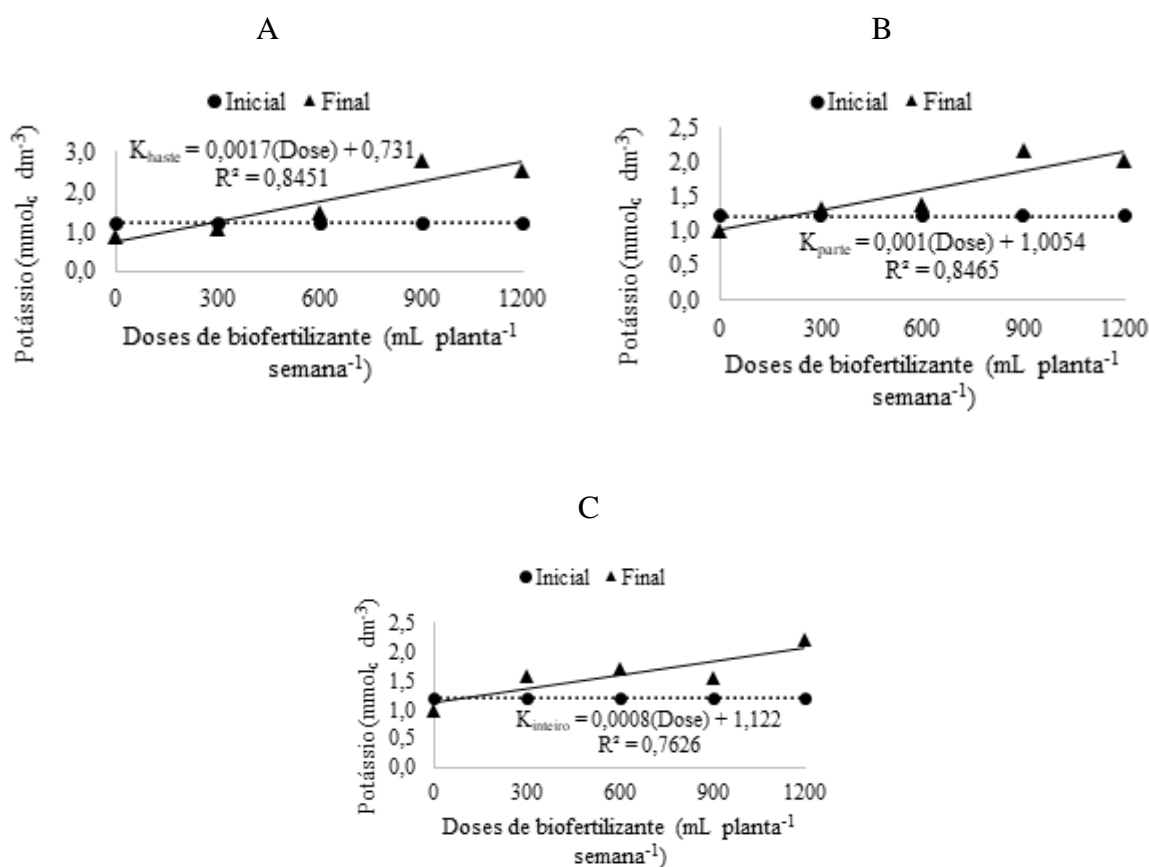
Esse aumento de P pode ser atribuído a aplicação das doses de biofertilizante. Araruta é uma cultura muito exigente em P e para que haja uma ótima qualidade dos rizomas deverá ter maior disponibilidade desse nutriente no solo (PEREIRA, 2019). Menezes Júnior et al., (2014) trabalhando com a cultura do mamoeiro adubada com biofertilizante bovino, observaram

aumento dos teores de fósforo nas plantas. Observa-se que para as formas de propagação, na dose 0 os teores de P do substrato na análise final ficou abaixo do valor inicial. Nesse tratamento, como não houve reposição de adubação para a planta durante o ciclo do cultivo, as reservas contidas do substrato podem ter suprido as necessidades da planta ao longo do ciclo.

O fósforo é um macronutriente requerido em grande quantidade pelas plantas, pois participa de processos vitais para a células vegetais como metabolismo energético, transdução de sinais e fotossíntese (BARRA, 2019).

O teor médio de K na análise inicial foi de 1,28 mg dm⁻³, valor considerado muito baixo pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2020). No final do ciclo, os teores de K, independente da forma de propagação, foram ajustados ao modelo linear. Para as formas de propagação usando haste e parte do rizoma, os teores máximos de K foram 2,85 mmol_c dm⁻³ e 2,17 mmol_c dm⁻³ (Figura 3A e 3B) respectivamente. Na forma de propagação usando o rizoma inteiro a maior dose maximizou os teores de K em 2,2 mmol_c dm⁻³ (Figura 3C).

Figura 3– Teores de Potássio (K) no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C)

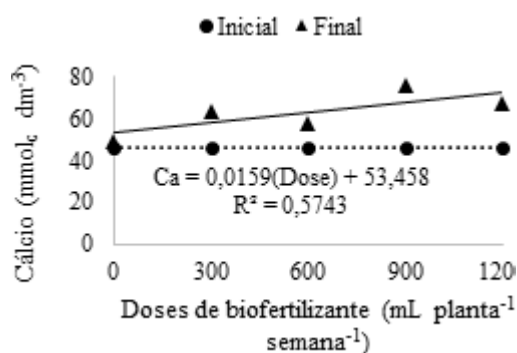


Fonte: Autor (2021).

No final do ciclo, para as formas de propagação usando haste, parte do rizoma e rizoma inteiro, verificou-se um acréscimo aos teores de K no substrato, que ocorreu devido à adição do biofertilizante. Menezes Júnior et al., (2014), registraram aumentos dos teores de potássio nas plantas após adição do biofertilizante bovino ao solo. Verifica-se que para as formas de propagação, na dose 0 os teores de K do substrato na análise final ficou abaixo do valor inicial. Para estes tratamentos, como não houve reposição de adubação para a planta durante o ciclo do cultivo, as reservas contidas do substrato podem ter suprido as necessidades da planta ao longo do ciclo. O potássio é um nutriente importante para o desenvolvimento da planta, tanto sua carência como o excesso no solo podem prejudicar o seu crescimento.

O teor médio de Ca na análise inicial foi de 45,98 mmolc dm⁻³, classificado como alto (IAC, 2020). No final do ciclo, os teores de Ca foram ajustados ao modelo polinomial quadrático, em função das doses de biofertilizante e das épocas de coleta. A análise indicou uma resposta linear, com valor máximo de 75,98 mmolc dm⁻³ de Ca no substrato (Figura 4).

Figura 4– Teores de Cálcio (Ca) no substrato em função das doses de biofertilizante e das épocas de coleta do substrato



Fonte: Autores (2021).

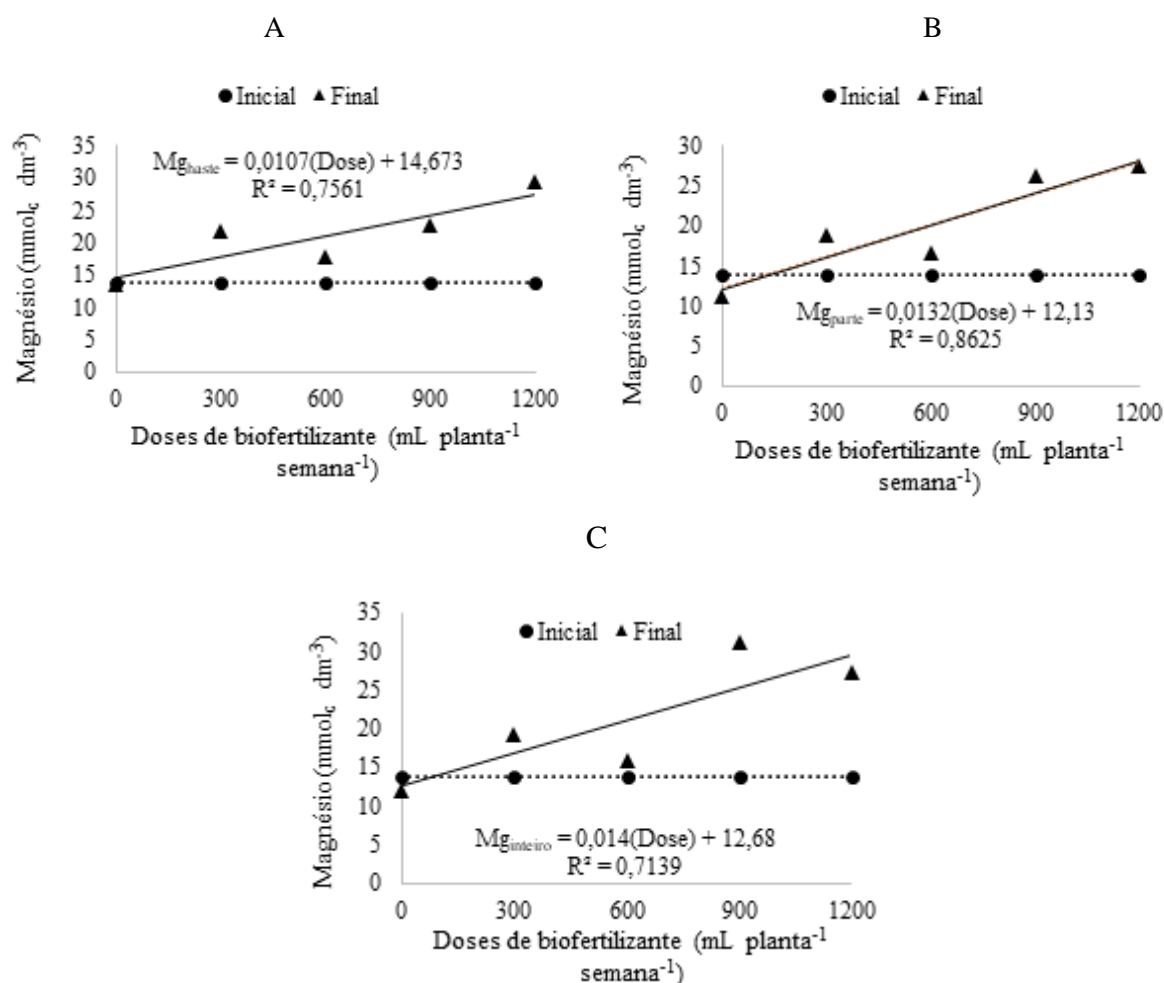
Pinheiro et al. (2018), trabalhando com a cultura de milho em plantio direto, observaram um nítido aumento nos teores de Ca no segundo ano do uso do biofertilizante. Silva et al., (2008), também observaram aumento do teor de Cálcio no solo com o incremento de esterco líquido de bovinos leiteiros combinados com adubação mineral. O Ca e o Mg interferem-se mutuamente de modo competitivo, ou seja, existe antagonismo entre estes nutrientes (WATHIER, 2019). Pereira (2019), estudando duas variedades de araruta, constata que o fato de o cálcio ser pouco móvel na planta, faz com que sejam encontrados maiores teores dessa substância nos rizomas, visto que a cultura é menos exigente ao Cálcio. O Ca é fundamental para a permeabilidade das membranas, é componente da parede celular e ativador de algumas

enzimas (GARRONE et al., 2016). Esse nutriente possui relevância na contribuição ao estímulo do crescimento e desenvolvimento das plantas (CAVALCANTE et al., 2019).

O teor médio de Mg no substrato na análise inicial foi de 13,78 mmol_c dm⁻³. No final do ciclo, os teores de Mg foram ajustados ao modelo linear em função das doses de biofertilizante e formas de propagação. Para a forma de propagação usando haste e parte do rizoma, a maior dose maximizou os teores de Mg em 29,55 mmol_c dm⁻³ (Figura 5A) e 27,36 mmol_c dm⁻³ (Figura 5B) respectivamente. Enquanto que, na forma de propagação usando o rizoma inteiro, o máximo teor de Mg foi 31,03 mmol_c dm⁻³ (Figura 5C).

Esse resultado está em conformidade com Matos et al. (2015) ao observarem aumentos desse nutriente no solo com o incremento das doses de biofertilizante líquido. Assim como o Ca, o magnésio é um macronutriente secundário, importante na regulação dos processos fisiológicos que influenciam a suscetibilidade ou resistência de doenças de plantas (BARROSO, 2013).

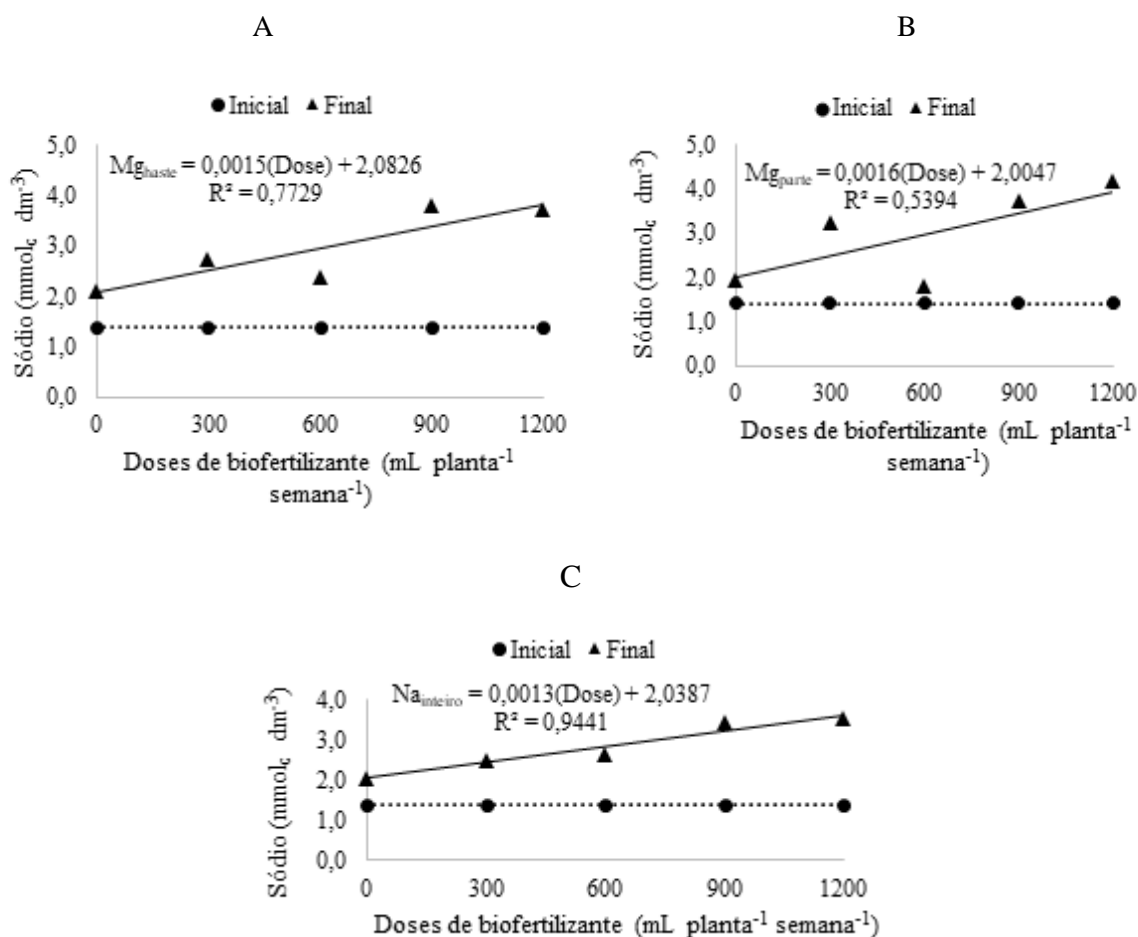
Figura 5– Teores de Magnésio (Mg) no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C).



Fonte: Autores (2021)

O teor médio de Na na análise inicial foi de $1,39 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. No final do ciclo, os teores de Na foram ajustados ao modelo linear em função das doses de biofertilizante e das formas de propagação. Na propagação usando a haste, o teor máximo de Na foi de $3,82 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 6A). Na propagação usando parte do rizoma e rizoma inteiro, a maior dose maximizou os teores de sódio em $4,16 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $3,53 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 6B e 6C) respectivamente.

Figura 6– Teores de Sódio (Na) no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C)



Fonte: Autores (2021).

O sódio não é um nutriente essencial à planta, é classificado como elemento benéfico. Os elementos benéficos são aqueles que compensam ou eliminam o efeito tóxico de outros, são importantes no crescimento e desenvolvimento da planta, porém, sua falta não é um fator limitante (COSTA, 2014). Inocêncio et al. (2014) afirmam que, embora o Na não seja um

elemento essencial, pode substituir parcialmente o K, porém o efeito expressivo do Na só acontece desde que se tenha um mínimo necessário de K pela planta

Na Tabela 2 está exposto o resumo da análise de variância para teores de C, MO e pH no substrato em função das épocas de avaliação, das formas de propagação e das doses de biofertilizante. Houve significância das épocas de avaliação e das doses de biofertilizante para todos os teores avaliados. Enquanto que, as formas de propagação tiveram efeito significativo para os teores de C e MO. A interação entre as épocas de avaliação e as formas de propagação foi significativa para todos os teores avaliados. Para a interação entre as épocas de avaliação e as doses de biofertilizante foi significativa apenas para os teores de C e MO. Já a interação entre as formas de propagação e as doses de biofertilizante foi significativo para os teores C, MO e pH. Houve interação tripla para épocas de avaliação x formas de propagação x doses de biofertilizante para todos os teores avaliados.

Tabela 2- Resumo da análise de variância de carbono (C), matéria orgânica (MO) e pH em função das épocas de avaliação, das formas de propagação e das doses de biofertilizante

FV	GL	Quadrado Médio		
		C	MO	pH
Blocos	3	3,325 ^{ns}	9,870 ^{ns}	0,175 ^{ns}
Épocas (Ta)	1	3822,869**	11356,013**	10,900**
Resíduo (A)	3	3,571	10,607	0,111
Biofertilizante (Tb)	4	33,052**	98,281**	0,211**
Int. Ta x Tb	4	33,052**	98,281**	0,211**
Resíduo (B)	24	0,652	1,941	0,003
Propagação (Tc)	2	4,296**	12,760**	0,007 ^{ns}
Int. Ta x Tc	2	4,296**	12,760**	0,007 ^{ns}
Int. Tb x Tc	8	2,156**	6,416**	0,036**
Int. Ta x Tb x Tc	8	2,156**	6,416**	0,036**
Resíduo (C)	60	0,534	1,588	0,003
Total	119	-	-	-
CV (A)	-	22,49	22,48	4,78
CV(B)	-	9,61	9,62	0,90
CV (C)	-	8,70	8,70	0,88

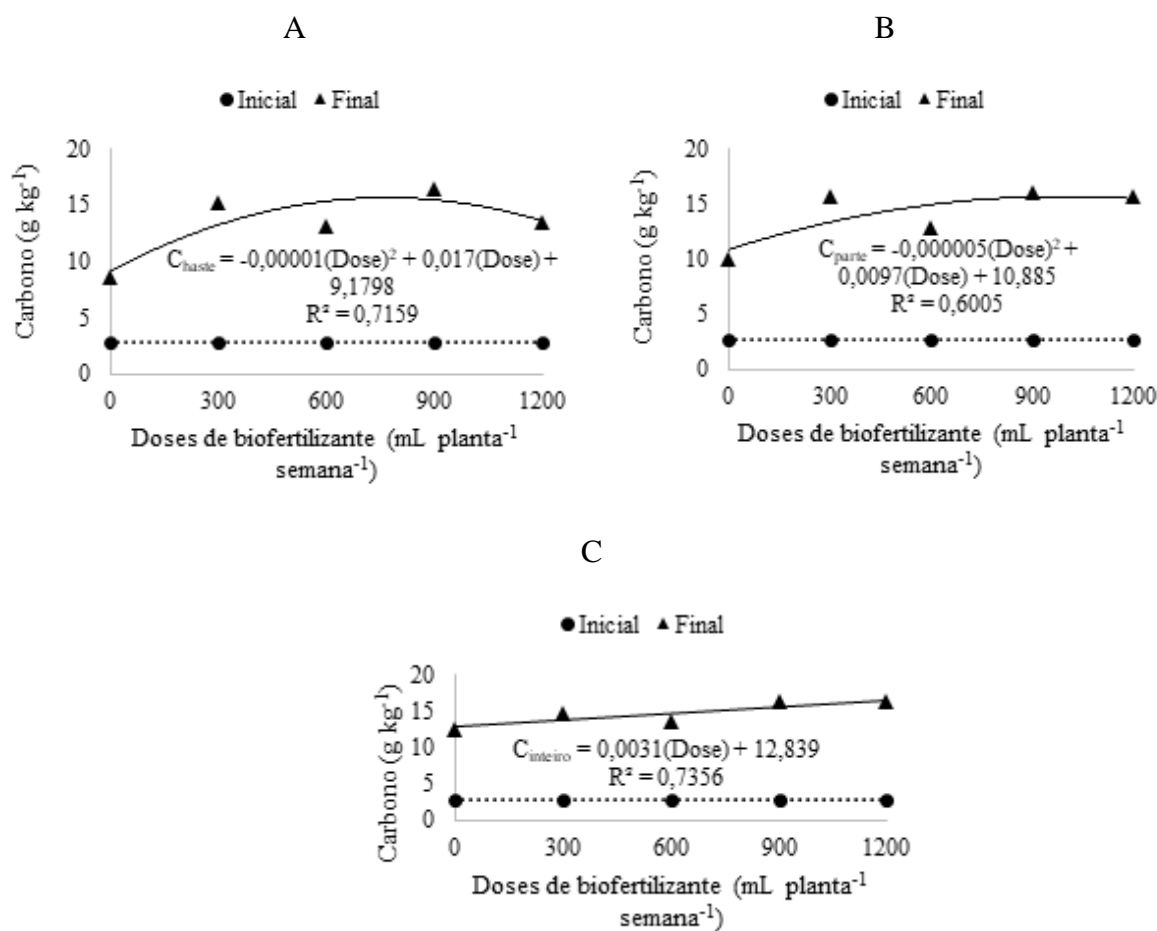
Fonte: Autores (2021).

**significativo a 1%; *significativo a 5% pelo teste F; ^{ns} - não significativo pelo teste F. FV –fonte de variação; GL - Grau de liberdade.

O teor médio de Carbono na análise inicial foi de 2,948 g kg⁻¹. No final do ciclo, os teores de C foram ajustados ao modelo polinomial quadrático para as formas de propagação usando haste e parte do rizoma, em função das doses de biofertilizante. Para a forma de propagação usando haste a dose 850 mL planta⁻¹ semana⁻¹ maximizou os teores de C em 15,4

g kg⁻¹ (Figura 7A). Na propagação usando parte do rizoma, a dose 970 mL planta⁻¹ semana⁻¹ maximizou os teores de C em 15,58 g kg⁻¹ (Figura 7B). Enquanto que, na forma de propagação usando o rizoma inteiro, os dados foram ajustados ao modelo linear, com teor máximo de C de 16,46 g kg⁻¹ (Figura 7C).

Figura 7– Teores de Carbono (C) no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C)



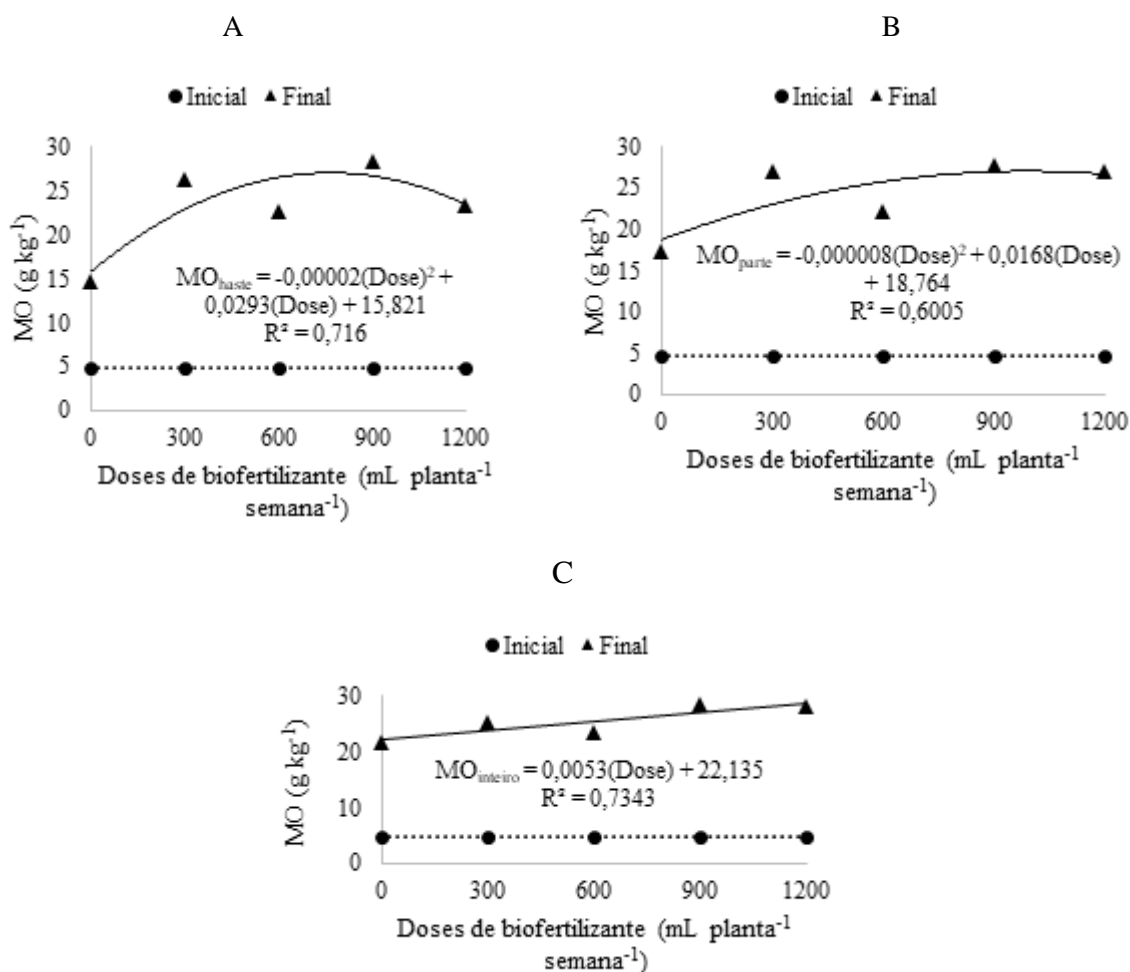
Fonte: Autores (2021).

O aumento dos teores de C pode ser atribuído ao aumento da matéria orgânica proporcionada pela aplicação das doses de biofertilizante. O carbono é o constituinte mais abundante da matéria orgânica, participando com 58% da matéria orgânica do solo (BORGES, 2017). Este nutriente colabora para a estabilidade da estrutura do solo aumentando a sua capacidade de retenção de água, promovendo sua decomposição e liberação de nutrientes para as plantas. (PARRON et al., 2015).

O teor médio da matéria orgânica na análise inicial foi de 5,08 g kg⁻¹. No final do ciclo, os teores da MO foram ajustados ao modelo polinomial quadrático para as formas de

propagação usando haste e parte do rizoma, em função das doses de biofertilizante. Na forma de propagação usando haste, a dose 732,5 mL planta⁻¹ semana⁻¹ maximizou o teor de MO em 26,55 g kg⁻¹ (Figura 8A). Para a forma de propagação usando parte do rizoma, a dose 1050 mL planta⁻¹ semana⁻¹ maximizou o teor de MO em 27,58 g kg⁻¹ (Figura 8B). Já para a forma de propagação usando o rizoma inteiro, os dados foram ajustados ao modelo linear, e o máximo teor de MO foi 28,37 g kg⁻¹ (Figura 8C).

Figura 8– Teores de Matéria orgânica (MO) no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C)



Fonte: Autores (2021).

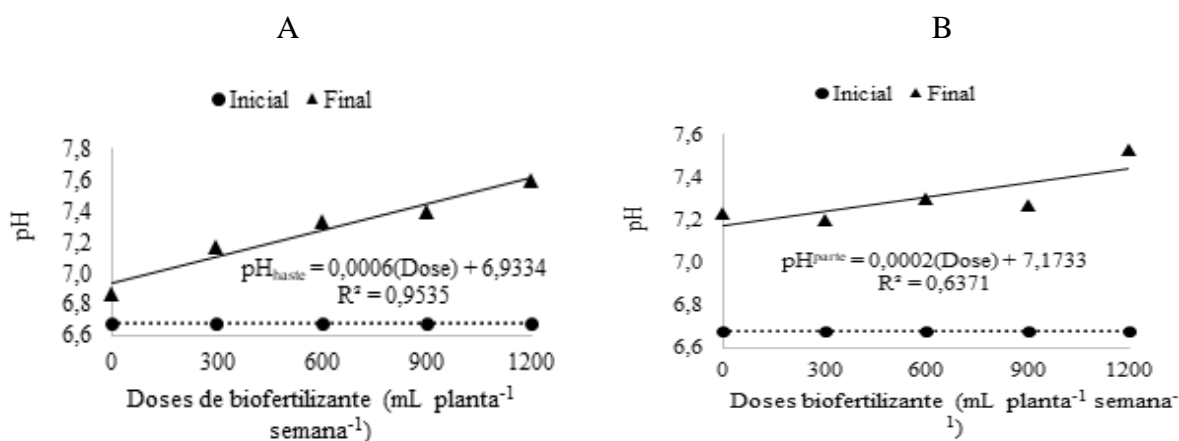
Observa-se que, com o incremento do biofertilizante houve um aumento nos teores de MO no substrato. Borges (2017) trabalhando com biofertilizante, verificou um acréscimo nos teores de matéria orgânica ao final do experimento como resultado do aporte fornecido pelo biofertilizante. Lima et al. (2013), utilizando biofertilizante bovino de fermentação aeróbia, verificaram efeitos significativos desse insumo sobre a MO do solo, promovendo maior

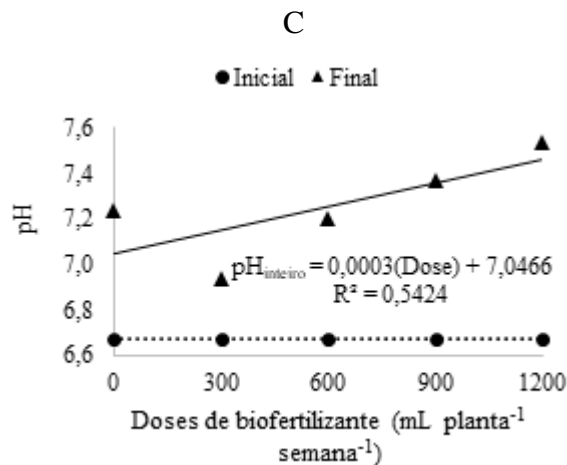
retenção de água e melhorando a estruturação do solo. A MO é de extrema importância para a capacidade produtiva do solo, pois está relacionada às propriedades físicas, biológicas e químicas dos solos, sendo a principal responsável pela CTC de solos tropicais e subtropicais, podendo atuar na diminuição da toxidez de elementos tóxicos às plantas, além de ser fonte de energia e nutrientes para a biota do solo (SOUZA et al., 2019).

O teor médio do pH na análise inicial foi de 6,7. No final do ciclo, os teores do pH foram submetidos à análise de regressão e ajustados ao modelo linear em função das doses de biofertilizante e das formas de propagação. Na forma de propagação usando haste, a maior dose proporcionou maior valor de 7,6 (Figura 9A). Para as formas de propagação usando parte do rizoma e o rizoma inteiro, a maior dose proporcionou maior valor de 7,53 para ambas as formas (Figura 9B e 9C).

Ao final do ciclo, com a aplicação do biofertilizante o valor do pH foi aumentado para básico, este acréscimo pode ser explicado, provavelmente, pelo fato do biofertilizante conter teor de pH de 7,01 sua composição. Solos que apresentam pH variando entre 5,8 e 7,5 tendem a ser livres de problemas, relativamente ao crescimento de plantas (MÜLLER, 2012).

Figura 9 – Teores de pH no substrato em função das doses de biofertilizante, épocas de coleta do substrato e formas de propagação por haste (A), parte do rizoma (B) e rizoma inteiro (C)





Fonte: Autores (2021).

4 CONCLUSÕES

Os teores nutricionais do substrato na época final, apresentaram superioridade em relação aos teores iniciais, evidenciando o efeito benéfico da aplicação contínua do biofertilizante. Independentemente da forma de propagação, a dose de 1200 mL planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou melhores resultados, indicando ser a melhor dose para o desenvolvimento da cultura de araruta comum.

REFERÊNCIAS

BARRA, P. J., PONTIGO, S., DELGADO, M., PARRA, L. A., Duran, P. A., VALENTINE, A. J., JORQUEIRA, M. A., MORA, M. L., 2019. Phosphobacteria inoculation enhances the benefit of P-fertilization on *Lolium perenne* in soils contrasting in P-availability. *Soil Biology and Biochemistry* [online] 136, 107516. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.06.012>. Acesso: 13 mar. 2021.

BARROSO, F. de L. **Influência do magnésio sobre o desenvolvimento, produtividade e índices nitrogenados da batata semente básica, cultivada em substrato orgânico e em hidroponia.** 2013. 79 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BORGES, F. R. M. **Cultivo do Girassol Submetido a doses de Biofertilizante Caprino e Lâminas de Irrigação na Região do Maciço de Baturité.** Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza - CE. 122 f. 2017.

BRACK, P. **Plantas alimentícias não convencionais.** *Agriculturas* 13: 4-6. 2016.

CANDIAN, S. J.; FERREIRA, P. R.; MARTINS, C. R.; LORENZETTI, R. E.; BASTIANI, R. L. M. Biofertilizantes na produção e na caracterização das alfices americanas, crespa e mimosa. **VERTICES**, v.18, n. 1, p. 233-244, 2016.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, L. F.; BERTINO, A. M. P.; CAVALCANTE, A. G.; LIMA NETO, A. J.; FERREIRA, N. M. . Adubação com potássio e cálcio na nutrição e produção de goiabeira 'Paluma'. **Rev. Ceres**, Viçosa , v. 66, n. 1, p. 54-62, fev. 2019

COSTA, A. R. **Nutrição Mineral em Plantas Vasculares**. Évora: Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, 2014

COSTA, A. R. **Nutrição Mineral em Plantas Vasculares**. Évora: Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, 2014.

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

Dados climáticos da Fazenda Experimental Piroás (FEP) – IDR – Ano 2020. **UNILAB**. [s./l.]. 2020. Disponível em: http://unilab.edu.br/wp-content/uploads/2021/02/Pluviometria-e-evapora%C3%A7%C3%A3o-01_2021.pdf. Acesso em: 27 mar. 2021.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Produção de Hortaliças Tradicionais**. Brasília, 2013. 17 p.

GARRONE, R. F.; CAMPOS, A. G.; SILVEIRA, C. P.; LAVRES JUNIOR, J. . Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-manso. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 22-31, Mar. 2016.

GOMES, H. E. **Tratos Culturais na Produção Agroeconômica na Araruta ‘Comum’**. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul – MS. 2010.

GUILHERME DO; REIS, LK; ARRUDA MWG; PRADO NBF; TOMIELIS IP; MORAIS DP; COSTA CA; CEREDA MP. 2014. Produção de mudas de araruta em função do tipo de substrato e tamanho dos rizomas. *Horticultura Brasileira* 31: S0961 – S0968.

Instituto Agronômico de Campinas. **Solos e Recursos ambientais**. IAC. 2018. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

INOCÊNCIO, M. F.; CARVALHO, J. G.; 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.

LIMA, F. A.; SOUSA, G. G. de.; VIANA, T. V. de. A.; NETO, L. G. P.; AZEVEDO, B. M. de.; CAVALHO, C. M.de. Irrigação da cultura do gergelim em solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.7, n.2, p.102-111, 2013.

LIMA, N. B. F.; SILVA, L. B.; BORGES, M. V.; NEVES, R. R.; VERA, R., & FERREIRA, G. A. Caracterização Do Amido de Araruta Orgânica e Potencial Para Aplicação Tecnológica em Alimentos. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 6, n. Especial, p. 118 - 126, 16 jun. 2019.

MATOS, C. F.; PINHEIRO, E. F. M.; PAES, J. L.; LIMA, E.; MARQUES, A. S.; CAMPOS, D. V. B. **Efeito da aplicação de biofertilizante de dejetos de bovino no solo e cultura do**

sorgo. 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. Universidade de São Paulo, São Paulo, Novembro, 2015.

Meneghin, M. F. S.; Ramos, M. L. G.; Oliveira, S. A. de; Ribeiro Júnior, W. Q.; Amabile, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1941-1948, 2008.

Menezes Júnior, J. C.; Mesquita, E. F.; Cavalcante, L. F. Teores foliares de macronutrientes em mamoeiro cultivado em solo adubado com biofertilizante. *Revista Magistra*, v.26, p.169-177, 2014.

MÜLLER, D. H. **Características de adubos orgânicos, efeitos no solo e no desempenho da bananeira**. 2012. 85 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012. Disponível em: <<https://www.ufmt.br/ppgat/images/uploads/Disserta%20a7%20b5es-Teses/Disserta%20a7%20b5es/2012/DANIELLE%20HELENA%20M%20c3%9cLLER.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

NETO, T.I.O; COSTA, M.C.G; OLIVEIRA, V.P.V. (2016) -A cúmulo de nitrogênio em plantas de milho crioulo em resposta à adubação orgânica. *Revista Equador*, vol. 5, n. 4, p. 207-220.

NUNES, J. L. S. Nitrogênio. **AGROLINK**, [s./i.]. 12 de Set, 2016a. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nitrogenio_361444.html. Acesso em: 25 jan. 2021.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. DE.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Eds). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. [Recurso eletrônico] Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2021.

PEREIRA, E. D. **Crescimento e acúmulo de macronutrientes em Araruta (Maranta arundinacea L.) ao longo do ciclo de cultivo**. 2019. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/26961>>. Acesso em: 28 jan. 2021.

PINHEIRO, R. C.; PEREIRA, J. L.; REZENDE, C. F. A. Uso de biofertilizante e adubação química nos parâmetros foliares na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Anais da Universidade Evangélica**. v. 2, (2018). Disponível em: <<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/3713/2209>>. Acesso em: 15 de março. 2021.

SANTOS, S.-C. S.; FERNANDES, P. D.; QUEIROZ, M. F.; ARRIEL, N. H. C.; RIBEIRO, V. H. A.; FERNANDES, J. D. Physiology and production of sesame genotypes BRS-Seda and Preto under organomineral fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 12, p. 914-918, 2019. 10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p914-918.

SILVA, J. C. Peixoto M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, L. F. C. Esterco líquido de

bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2563-2572, Dec. 2008 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000600033&lng=en&nrm=iso>. acesso em 29 Mar. 2021.

SOUZA, D. C.; COSTA, P. A.; SAMPAIO, T. G.; AVELAR, R. I .S.; RESENDE, L. V. Produção de araruta proveniente de propágulos vegetativos e micropropagação. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 85-92, dez. 2019. ISSN 2448-2811. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/2667>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

TULER, A. C.; PEIXOTO, Ariane Luna; SILVA, Nina Claudia Barboza da. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 70, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217578602019000100271&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 de maio. 2020.

WATHIER, Gabriel. **7 problemas do excesso na fertilização de cultivos**. ELYSIOS. out. 2019. Disponível em: < <https://elysios.com.br/blog/7-problemas-do-excesso-na-fertilizacao-de-cultivos/> >. Acesso em: 28 mar. 2021.

WECKNER, C. F.; CAMPOS, C. C. M.; MANTOVANELLI, C. B.; CUNHA, M. J. **Efeito da aplicação de biofertilizante à base de esterco bovino fresco no crescimento de pimenta de cheiro (*Capsicum Chinense* Jacq.)**. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018.

Vieira, J. C. B.; JOÃO, N. C.; MÁRIO, P.; ROBRTO, C. P.; RODRIGO, C. S. Desempenho da araruta ‘Viçosa’ consorciada com crotalária. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. p. 518-524, 2015. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119043229006>>. Acesso em: 18 de maio. 2020.