

Caracterização química do substrato cultivado com araruta sob fontes e doses de biofertilizante¹

Aluna: Fáusia da Verónica Eduardo Pafo

Orientador: Prof. Dr. Máx César de Araujo

Resumo

O incremento de adubação orgânica nas culturas é uma estratégia viável para a manutenção do ecossistema e a conservação do meio ambiente. A araruta, uma planta alimentícia não convencional (PANC), pode se desenvolver bem quando adubada com fertilizantes orgânicos do tipo biofertilizante. Além disso, o resgate do cultivo da araruta é de grande importância visando a preservação da biodiversidade regional. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional do substrato da araruta comum adubada com fontes e doses de biofertilizante. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Piroás (FEP) pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no sítio Piroás em Redenção-CE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro blocos. As parcelas foram constituídas por duas épocas de avaliação do substrato (início e final do ciclo), as subparcelas foram constituídas por duas fontes orgânicas (esterco bovino e esterco ovino) e as subsubparcelas foram compostas por 5 doses de biofertilizante: 0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹. No final do ciclo foi possível observar os efeitos positivos da aplicação do biofertilizante no substrato, em ambas as fontes orgânicas utilizadas. Os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), carbono (C), responderam com superioridade à aplicação de biofertilizante bovino. Já o teor de potássio (K), magnésio (Mg) e Cálcio (Ca) apresentaram resposta superior quando se aplicou o biofertilizante de ovino. Matéria orgânica e pH responderam positivamente em ambas as fontes.

Palavras-chave: adubo; hortaliças; macronutrientes; *maranta arundinaceae*.

Abstract

Increasing organic fertilization in crops is a viable strategy for maintaining the ecosystem and conserving the environment. Marante, an unconventional food plant (UFP) can develop well when fertilized with organic fertilizers of the biofertilizer type. Besides, the rescue of the marante crop is of great importance for the preservation of regional biodiversity. The objective of this study was to evaluate the nutritional status of the substrate of common marante fertilized with sources and doses of biofertilizer. The experiment was conducted at the Piroás Experimental Farm (FEP) belonging to the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), located at the Piroás farm in Redenção-CE. The experimental design was in randomized blocks, in a scheme of subdivisions, with four blocks. The plots were made up of two seasons of evaluation of the substrate (beginning and end of the cycle), the subplots were made up of two organic sources (bovine manure and sheep manure) and the subsubplots were made up of 5 doses of biofertilizer: 0; 300; 600; 900 and 1,200 mL plant⁻¹ weekly⁻¹. All these treatments had three useful plants, totalling 120 plants. At the end of the cycle it was possible to observe the positive effects of the application of the biofertilizer on the substrate, in both organic sources used. The content of nitrogen (N), phosphorus (P), carbon (C), responded better to the application of bovine biofertilizer. The potassium (K), magnesium (Mg), Calcium (Ca) content showed a higher response when the sheep biofertilizer was applied. Organic matter and pH responded positively in both sources.

Keywords: fertilizer; vegetables; macronutrients; *maranta arundinaceae*.

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: 06/10/2020.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 MATERIAL E MÉTODOS	5
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
REFERÊNCIAS	17

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, atualmente, é um dos países que mais debate sobre agricultura sustentável sem uso de agrotóxicos (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018). Segundo o dossier apresentado ao relator especial da ONU em direitos humanos e resíduos tóxicos (ANÔNIMO, 2019), o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, superando apenas os Estados Unidos. Por essa razão, a adubação orgânica tem sido uma ótima opção para adubar sem causar danos ao ambiente, ou ao solo, que é um recurso não renovável (HENTZ; CARVALHO, 2014).

A partir de pesquisas realizadas, Peixoto Filho et al. (2013) afirmam que a adição de adubos orgânicos ao solo pode contribuir na nutrição do substrato, ou seja, à medida em que vai havendo decomposição desse material, ocorre a mineralização, atuando na disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Borges (2017) declara que os adubos orgânicos podem apresentar bons resultados em comparação à aplicação de adubos minerais, independentemente da forma de aplicação. Lima et al., (2015), por sua vez, dizem que os agricultores familiares têm sido forçados a buscarem resíduos orgânicos que possam ser empregados como adubos, devido ao custo de aquisição dos adubos químicos.

Dentre várias fontes orgânicas disponíveis para a agricultura temos o esterco bovino e ovino. No nordeste brasileiro, o esterco ovino vem mostrando resultados promissores através do êxito nos parâmetros de crescimento e produção de fitomassa para as condições edafoclimáticas do semiárido (PEREIRA et al., 2014). Malavolta et al. (2011) afirmam que o esterco ovino é mais pobre em umidade quando comparado ao bovino e ligeiramente mais concentrado. No entanto, o esterco bovino tem sido um dos mais requisitados pelos produtores orgânicos devido às funções químicas, físicas e biológicas do solo e pela disponibilidade dos nutrientes necessários para a planta (COSTA et al., 2011), além de apresentar-se como uma ótima fonte de matéria orgânica.

Dantas et al.(2013), trabalhando com a produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica, afirma que as maiores doses do esterco bovino e caprino (20 e 21,6 t ha⁻¹), respectivamente, proporcionaram um diâmetro comercial às túberas do inhame, que variaram entre 9,1 e 9,3 cm, valores estes que são exigidos para o comércio interno e externo.

O termo PANC (Plantas Alimentícias Não-Convencionais) foi criado pelo biólogo e Professor Valdely Ferreira Kinupp, refere-se a todas as plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas e que não estão incluídas em nosso cardápio cotidiano. No Brasil, existem pelo menos 3 mil espécies conhecidas de PANCs e estudos indicam que cerca de 10% da flora seja de plantas alimentícias (KELEN et al., 2015).

Segundo Liberato et al (2019), as PANCs poderiam fazer parte do nosso consumo diário, porém, devido à falta de conhecimento, muitas dessas plantas são caracterizadas como ervas daninhas, podendo ser facilmente encontradas na natureza, consideradas como mato e ignoradas, e uma delas é a araruta.

Araruta é uma planta amilácea, com atributos medicinais, rica em amido e é usada para alimentos e medicamentos tradicionais desde os tempos remotos (SHINTU; RADHAKRISHNAN; MOHANAN, 2015). A sua produção global ainda é bastante pequena, devido à falta de conhecimento da espécie, que acaba influenciando tanto o consumo quanto a produção. O consumo é realizado em comunidades ou regiões específicas que têm o domínio de técnicas adequadas para o seu manejo (MORENO et al., 2017). Apesar da pouca oferta, a araruta vem ganhando uma visibilidade em alguns nichos específicos do mercado alimentício, como na produção de bolos, biscoitos *gourmet* e alimentos da agricultura familiar e orgânica (ABRÃO, 2019). Pode-se afirmar que os produtos derivados da fécula da araruta já eram consumidos, todavia apresentavam pouca procura pelos consumidores urbanos, devido a uma falta de conhecimento da cultura.

Para que se resgate o cultivo da araruta nas comunidades rurais, fazendo dela uma alternativa de alimentação e renda para a agricultura familiar faz-se necessário investir em pesquisas relacionadas ao conhecimento de técnicas de cultivo e de manejo que beneficiem o crescimento e o incremento da produtividade dessas plantas, além da possibilidade de se realizar o resgate cultural da planta.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional do substrato da araruta comum adubado com diferentes fontes e doses de biofertilizante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental Piroás (FEP) pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no sítio Piroás, em Redenção-CE (04°13'S; 38°43'O; 88 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; OLIVEIRA; SOUSA, 2020).

Para o plantio foram usados rizomas da araruta comum (*Maranta arundinaceae* L.), provenientes de plantas já cultivadas na FEP. Estes rizomas de araruta comum, foram plantados em vasos de 39,5 L, com as seguintes dimensões: diâmetro superior 36,6 cm; diâmetro inferior 27,0 cm e altura de 50 cm. O vaso foi preenchido com uma camada de 5 cm de brita Nº 1, para melhor drenagem no fundo do vaso, 38 cm de substrato e 7 cm de folga. O substrato foi composto por solo local e areia, na proporção de 1:2. O solo foi coletado próximo à área experimental, com características de textura franco arenosa (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas com quatro blocos. As parcelas foram constituídas pelas épocas de avaliação do substrato (início do experimento e aos 282 dias após o plantio), as subparcelas foram constituídas por duas fontes orgânicas (esterco bovino e esterco ovino) e as subsubparcelas foram compostas por 5 doses de biofertilizante (0; 300; 600; 900 e 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹).

Os biofertilizantes à base de esterco bovino e de esterco ovino foram preparados por meio da fermentação contendo 100 L esterco bovino fresco (ou de ovino fresco, conforme tratamento), 30 L de esterco de galinha, 5 L de cinza de madeira e 270 L de água, onde a fermentação ocorreu por um período de trinta dias, em recipiente plástico, na presença do ar. A análise dos biofertilizantes está exposta na Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização química de biofertilizante bovino e ovino

Características Químicas – Biofertilizante de bovino													
----- 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
1,06	0,47	0,05	1,91	0,49	194	6	2	27	6,14	1,09	1,97	10	7,01
Características Químicas – Biofertilizante de ovino													
----- 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: Labsat (2020).

A aplicação do biofertilizante líquido foi feita manualmente duas vezes por semana, de acordo com as doses calculadas para cada tratamento, a partir dos 45 dias após o plantio (DAP) e ao longo do ciclo de cultivo.

Para a condução do experimento, foi utilizado o método de irrigação localizada por gotejamento. Os gotejadores instalados tinham uma vazão média de 8 L h⁻¹. A irrigação foi feita diariamente com base na leitura do tanque classe A, com exceção dos dias em que a precipitação pluviométrica se mostrou suficiente para suprir a necessidade hídrica das plantas. Após a instalação do sistema de irrigação, foi realizada a avaliação da uniformidade do sistema, com a metodologia proposta por Christiansen (1942).

Após a coleta do substrato, no início e no final do ciclo, as amostras foram encaminhadas ao 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 nível de fertilidade. Os parâmetros avaliados foram os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), carbono (C), matéria orgânica (MO) e potencial de hidrogênio (pH).

Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova). Os dados de natureza qualitativa (épocas de avaliação e fontes orgânicas do esterco), 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. Nos casos em que se verificou a interação entre eles, foi feita uma análise de regressão no Excel. Quando houve interação tripla significativa, os teores de cada nutriente foram analisados em função das épocas de coleta e das doses de biofertilizante misto, em cada fonte orgânica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a análise de variância para os teores nutricionais de substrato cultivado com araruta comum adubada com fontes e doses de biofertilizante. A interação época x fonte foi significativa para os teores de P, K, Ca e Mg. Enquanto a interação época x dose de biofertilizante foi significativa para todos os teores avaliados. Na interação fonte x dose houve efeito significativo para os teores de N, P, K e Mg. Houve interação tripla para os teores de N, P, K e Mg.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância dos teores nutricionais do solo, em função das épocas de avaliação, das fontes orgânicas e das doses de biofertilizante.

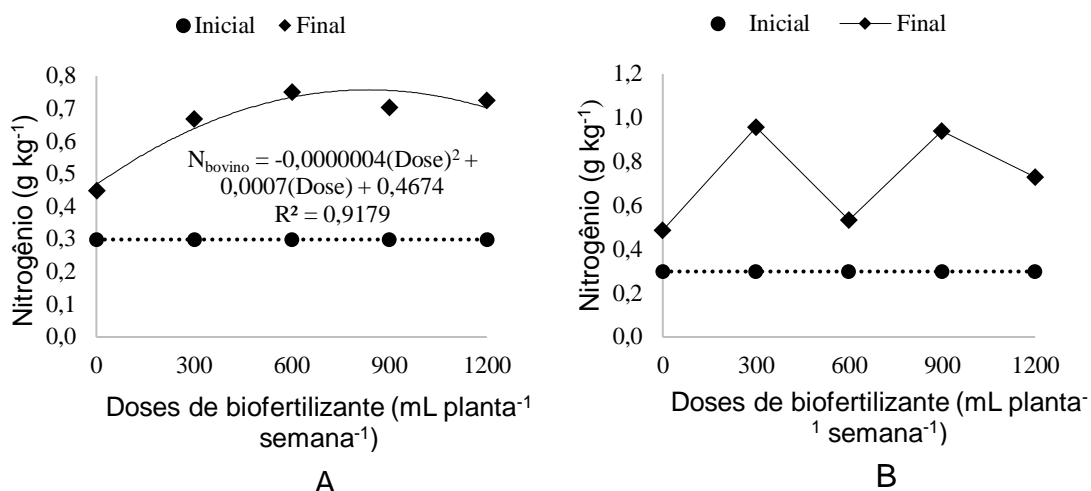
FV	GL	Quadrado Médio					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
Blocos	3	0,0008*	10,6750 ^{ns}	0,1281 ^{ns}	6,4663 ^{ns}	0,7091 ^{ns}	0,0905 ^{ns}
Épocas (A)	1	3,1365**	15456,8014**	8,1877**	934,8000**	138,3379**	0,3485 ^{ns}
Resíduo (A)	3	0,0419	90,6750	0,1121	12,2374	0,5058	0,1201
Fontes (B)	1	0,0248 ^{ns}	1312,2002*	39,3214**	44,8002*	7,4420*	0,5645 ^{ns}
Int. A x B	1	0,0248 ^{ns}	1312,2002*	39,3214**	44,8002*	7,4420*	0,5645 ^{ns}
Resíduo (B)	6	0,0267	212,6583	0,2429	6,2914	0,5586	0,5714
Doses (C)	4	0,0851*	2322,3001**	12,7942**	79,7908**	3,9306*	1,4840**
Int. A x C	4	0,0851**	2322,3001**	12,7942**	79,7908*	3,9306*	1,4840**
Int. B x C	4	0,0407**	448,5890*	9,2082**	6,6008 ^{ns}	18,2324**	0,5254 ^{ns}
Int. A x B x C	4	0,0407**	448,5890*	9,2082**	6,6008 ^{ns}	18,2324**	0,5254 ^{ns}
Resíduo (C)	48	0,0089	162,7431	0,0517	4,5793	1,3596	0,2544
Total	79	-	-	-	-	-	-
CV (A)	-	23,81	16,45	14,64	14,11	10,51	16,72
CV(B)	-	32,91	25,19	21,56	10,12	11,05	36,47
CV (C)	-	19,01	22,03	9,94	8,63	17,24	24,34

Fonte: Autor (2020).

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

Analisando os teores de N em função das doses de biofertilizante e das épocas de avaliação nota-se que no início do ciclo, o teor médio de N era de 0,299 g kg⁻¹ para ambas as fontes. Ao final do ciclo, os valores para a fonte bovina foram submetidos à análise de regressão e ajustados ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação de 0,91 (Figura 1A). A dose 875 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante de bovino maximizou o teor de N, em 0,773 g kg⁻¹. Já os teores de N em função das doses de biofertilizante de fonte na coleta final, não se ajustaram a nenhum dos modelos matemáticos testados. O maior valor de N para esta fonte foi de 0,957 g kg⁻¹ que foi obtido na maior dose, os valores variaram entre 0,487 a 0,957 kg⁻¹ (Figura 1B).

Figura 1 - Teores de Nitrogênio (N) no substrato em função das doses de biofertilizante misto e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica de bovino (A) e de ovino (B).

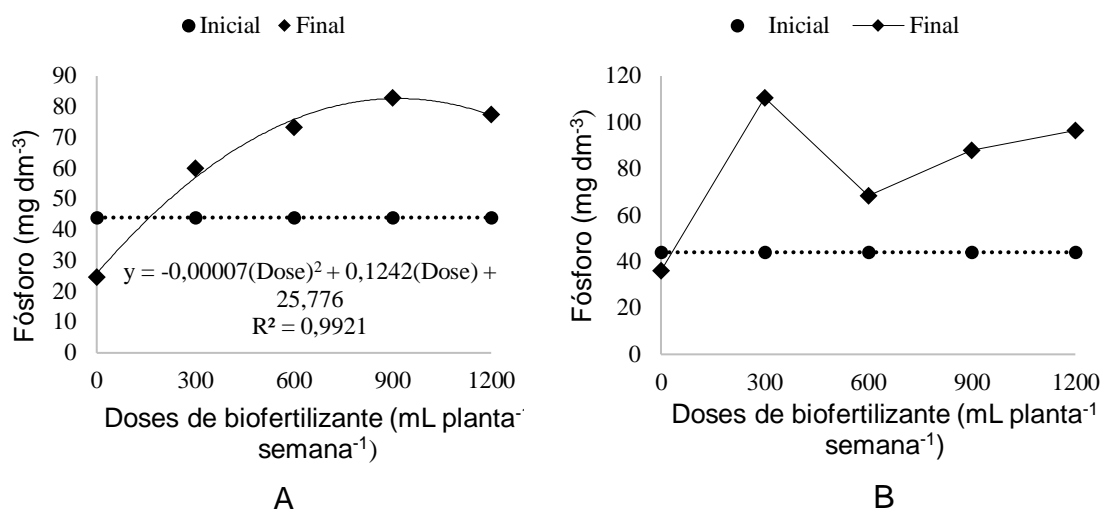


Fonte: Autor (2020).

O aumento nos teores de N após o incremento dos biofertilizantes no solo em relação à análise inicial, pode ser atribuído à quantidade elevada de matéria orgânica presente nos biofertilizantes. Poletto (2004) afirma que o teor de nitrogênio no solo para as plantas pode ser avaliado somente através do teor de matéria orgânica existente no suplemento orgânico. O suprimento de nitrogênio para a cultura é importante, visto que é considerado bastante essencial para o desenvolvimento e crescimento das plantas, auxiliando na produção de novas células e tecidos da planta (NUNES, 2016a).

No início do ciclo (Figura 2), os teores de fósforo no substrato, para ambas as fontes, apresentaram o valor inicial de 44 mg dm^{-3} , classificado como alto pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2020). No final do ciclo, os valores variaram entre 36 e $110,66 \text{ mg dm}^{-3}$ em ambas fontes (bovino e ovino). Os teores de P em função das doses de biofertilizante de fonte bovina, ajustaram-se melhor ao modelo polinomial quadrático, com um coeficiente de determinação de 0,99 (Figura 2A). A dose $887,14 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ de biofertilizante bovino maximizou os teores de P em $80,86 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (muito alto). Aplicando doses de biofertilizante de fonte ovina (Figura 2B) verificou-se que embora significativos, os teores de fósforo na época final não se ajustaram a nenhum dos modelos testados. Os valores variaram entre 36 e $110,66 \text{ mg dm}^{-3}$. As maiores doses proporcionaram melhores resultados ao longo do ciclo.

Figura 2 - Teores de Fósforo (P) em função das doses de biofertilizante misto e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica de bovino (A) e de ovino (B).



Fonte: Autor (2020).

Observa-se que em ambas as fontes, apenas na dose 0 o teor de P do substrato na análise final ficou abaixo do valor inicial de 44 mg dm^{-3} . 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.

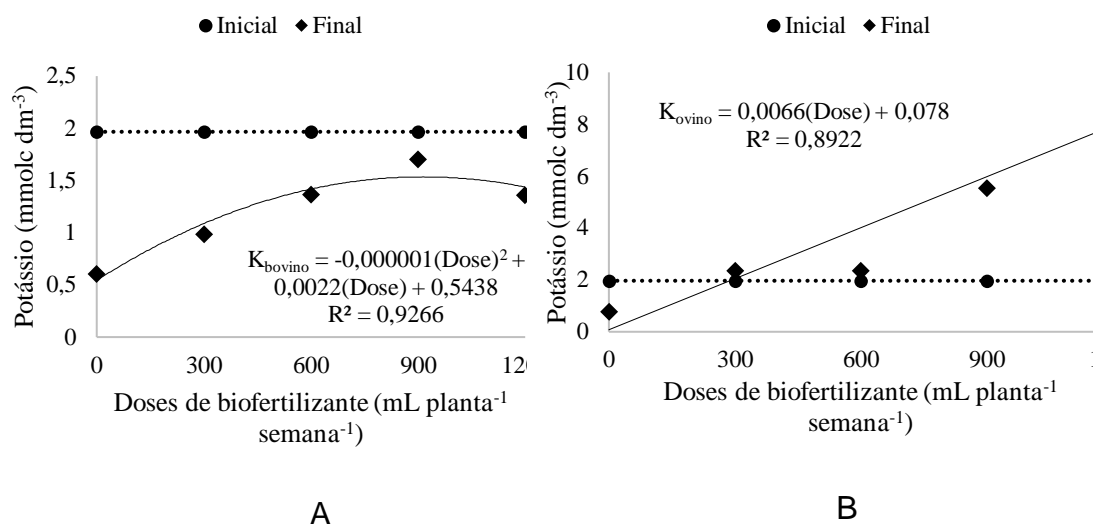
Alves (2012), trabalhando com a cultura da mandioca adubada com esterco bovino, observou que, no final do ciclo, os teores de P aumentaram significativamente após a aplicação das doses do biofertilizante bovino e com isso houve um efeito positivo nos teores de P encontrados na parte aérea com a adição de esterco bovino no substrato.

Pereira (2019), trabalhando com duas variedades de araruta, afirma que a araruta é uma cultura bastante exigente em P e que deverá ter maior disponibilidade desse nutriente no solo no plantio e também nos rizomas para que haja uma qualidade melhor de rizomas.

Antes da aplicação dos tratamentos, ou seja, no início do ciclo, o teor de K era de $1,97 \text{ mg dm}^{-3}$ para ambas as fontes, valor este que, segundo IAC (2020), é classificado como muito baixo. Os dados dos teores de K em função das doses de biofertilizante bovino ao final do ciclo foram submetidos à análise de regressão, ajustando-se ao modelo polinomial quadrático, com um coeficiente de determinação de 0,93. A dose $825 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ maximizou os teores de K em $1,85 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 3A). Já os teores de potássio em função das

doses de biofertilizante à base de esterco de ovino ajustaram-se ao modelo linear crescente, com coeficiente de determinação 0,89. As maiores doses proporcionaram maiores valores no final do ciclo, variando no intervalo de 0,77 a 9,01 mg dm⁻³ (Figura 3B)

Figura 3 - Teores de Potássio (K) no substrato em função das doses de biofertilizante misto e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica de bovino (A) e de ovino (B).



Fonte: Autor (2020).

Para este nutriente, os maiores acúmulos no final do ciclo foram obtidos nos tratamentos de biofertilizante de ovino, mesmo com menor teor de potássio no biofertilizante (Tabela 1). Isso pode ter ocorrido devido ao fato da fonte bovina proporcionar maiores nutrientes na fase inicial, não fazendo o suprimento necessário no final do ciclo para este nutriente (PEIXOTO et al., 2013).

Pereira (2019) afirma que a araruta é uma planta adaptável a solos mais úmidos precisando de pouco K para controlar abertura e fechamento de estômatos. Nunes (2016b) afirma que o potássio é o segundo nutriente que a planta mais absorve e além disso esse nutriente contribui em várias atividades, como na abertura e fechamento dos estômatos. Porém, da mesma forma que este nutriente é importante no crescimento da planta, o seu excesso no solo pode prejudicar o seu crescimento.

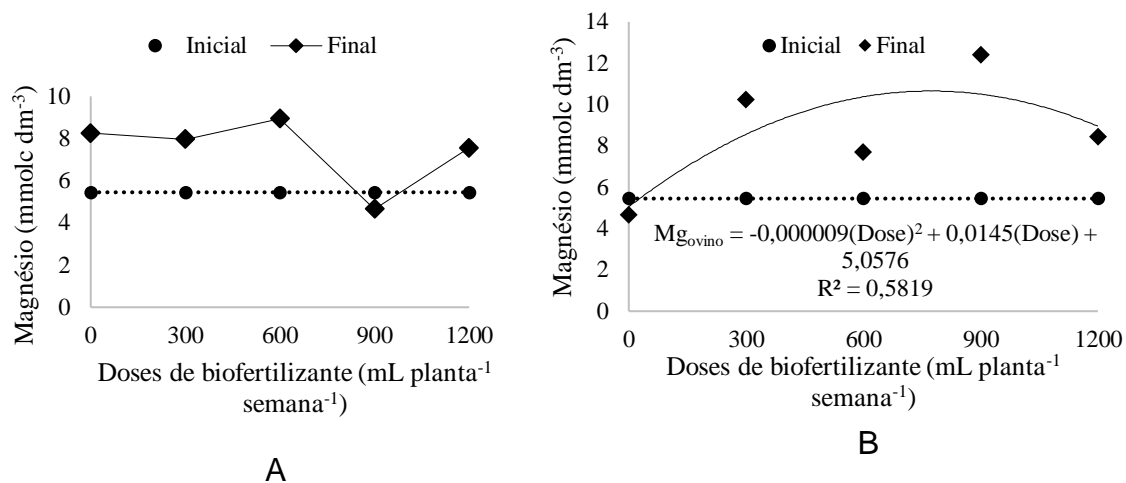
No início do ciclo, o magnésio no substrato apresentava um teor de 5,45 mmolc dm⁻³ para ambas as fontes, classificado como médio (IAC, 2020). No final do ciclo, os valores de Mg em função das doses de biofertilizante à base de

esterco bovino não se ajustaram a nenhum dos modelos testados, onde os seus valores variaram entre 4,65 e 8,93 mmol_c dm⁻³. Já os teores de Mg em função das doses de biofertilizante à base de esterco de fonte ovina ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático com um coeficiente de determinação de 0,58, onde a dose 805,55 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de ovino maximizou os teores de Mg em 10,89 mmol_c dm⁻³. (Figura 4B).

Os teores de Mg aumentaram no final do ciclo em relação ao início do ciclo. As maiores doses de biofertilizante proporcionaram melhores resultados na época final, fator este que pode ter sido ocasionado pela aplicação contínua do biofertilizante, tendo disponibilizado nutrientes importantes para a planta.

O magnésio é um regulador de processos fisiológicos que influenciam a suscetibilidade ou resistência de doenças de plantas (BARROSO, 2013). Segundo Pereira (2019), a araruta tem alta capacidade de extrair Mg do solo e, por consequência, a adubação de reposição deve ser considerada após a retirada das plantas e, principalmente, dos rizomas do campo.

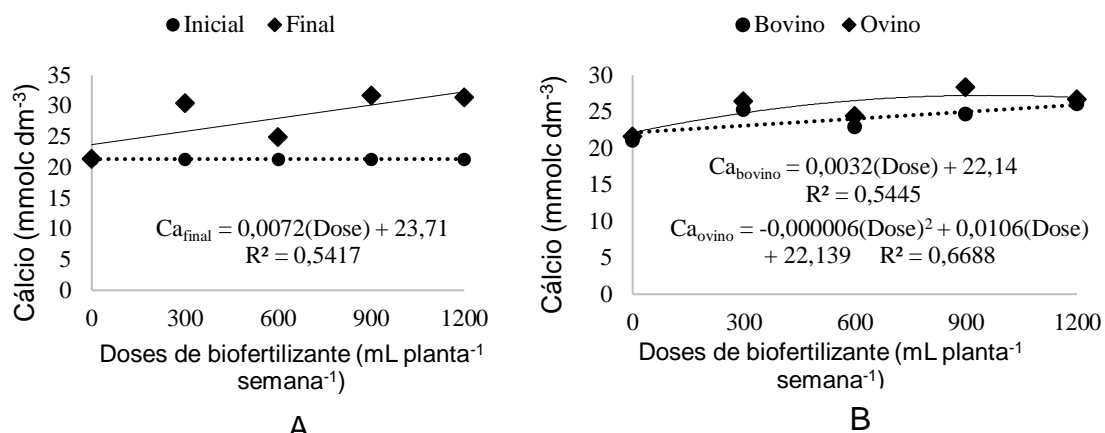
Figura 4 - Teores de Magnésio (Mg) em função das doses de biofertilizante e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica de bovino (A) e de ovino (B).



Fonte: Autor (2020).

Inicialmente os valores de cálcio eram de 21,26 mmol_c dm⁻³ (Figura 5A) classificado como alto (IAC, 2020). A análise dos teores de Ca em função das doses de biofertilizante ao final do ciclo, indicou uma resposta linear crescente com os teores variando entre 21,38 e 31,47 mmol_c dm⁻³ (Figura 5A).

Figura 5 - Teores de Cálcio (Ca) em função das épocas de coleta do substrato e de fonte orgânicas (A) e em função das doses de biofertilizante e fontes orgânicas (B).



Fonte: Autor (2020).

Os teores de Ca em função das doses de biofertilizante bovino ajustaram-se ao modelo linear crescente, com um coeficiente de determinação de 0,54 (Figura 5B), a dose máxima proporcionou maiores teores de Ca de 26,13 mmol_c dm⁻³, classificado como alto (IAC, 2020). Já os teores de Ca em função das doses de biofertilizante de fonte ovina, ajustaram-se ao modelo linear crescente, com um coeficiente de 0,66, indicando que a dose 883,33 mL planta⁻¹ semana⁻¹ maximizou os teores de Ca em 26,82 mmol_c dm⁻³.

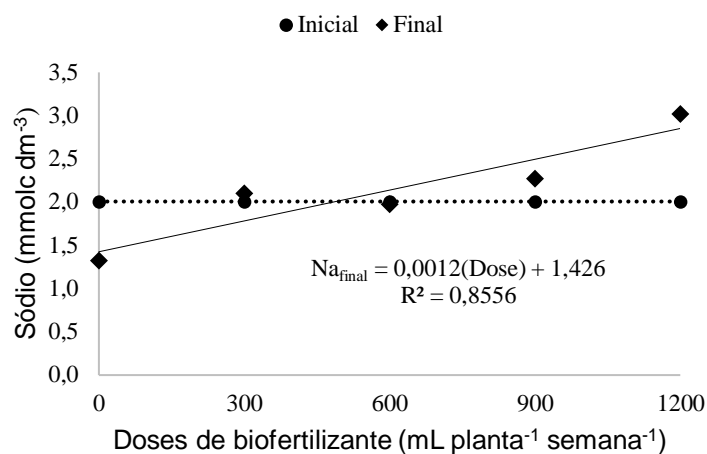
O cálcio tem um importante papel na agregação do solo, fazendo pontes com a superfície da argila e compostos orgânicos (CORRÊA et al., 2009). O cálcio e o magnésio são nutrientes importantes e necessários ao bom desenvolvimento das plantas, permitindo um aumento de produtividade (BORGES, 2017).

Ao longo do ciclo, por se tratar de um nutriente bastante competitivo e com altos teores, o cálcio pode ter influenciado na redução da absorção do Mg. Wathier (2019) afirma haver antagonismo entre estes nutrientes. Pereira (2019), estudando duas variedades de araruta, admite que o fato de o cálcio ser pouco móvel na planta, faz com que sejam encontrados maiores teores dessa substância nos rizomas, pois a cultura é menos exigente a este nutriente.

Na Figura 6 tem-se os teores de Na em função das doses de biofertilizante misto para os períodos inicial e final do ciclo de cultivo. Nota-se que inicialmente o substrato apresentava um teor de 2,0 mmolc dm³ de Na e no final do ciclo os

teores apresentaram uma resposta linear crescente variando entre 1,3 e 3,0 mmolc dm⁻³ com aplicação das fontes orgânicas.

Figura 6 - Teores de Sódio (Na) em função das doses de biofertilizante misto e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica.



Fonte: Autor (2020).

Autores como Pedrotti (2015) classificam este nutriente como um elemento benéfico e não um nutriente essencial para a planta. O mesmo autor afirma que o excesso do mesmo pode promover a redução no crescimento da produção. Inocêncio et al. (2014), afirmam ainda que mesmo o Na não sendo um elemento essencial pode substituir parcialmente o K, porém o efeito significativo do Na só ocorre desde que se tenha um mínimo necessário de K pela planta. Raj (2012) afirma que na presença de Na, o teor de Ca diminui.

A Tabela 3 apresenta a análise de variância para os teores de carbono, matéria orgânica e Ph do substrato cultivado com araruta comum em função das épocas de avaliação, das fontes orgânicas e das doses de biofertilizante. A interação época x fonte foi significativa apenas para os teores de pH, enquanto a interação época x doses de biofertilizante foi significativa para todos os teores avaliados. Na interação fonte x dose houve efeito significativo para os teores de C, MO e pH. Houve interação tripla significativa para os teores de C, MO e pH.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância de carbono (C), matéria orgânica (MO), e pH, em função das diferentes épocas de avaliação das fontes orgânicas e das doses de biofertilizante.

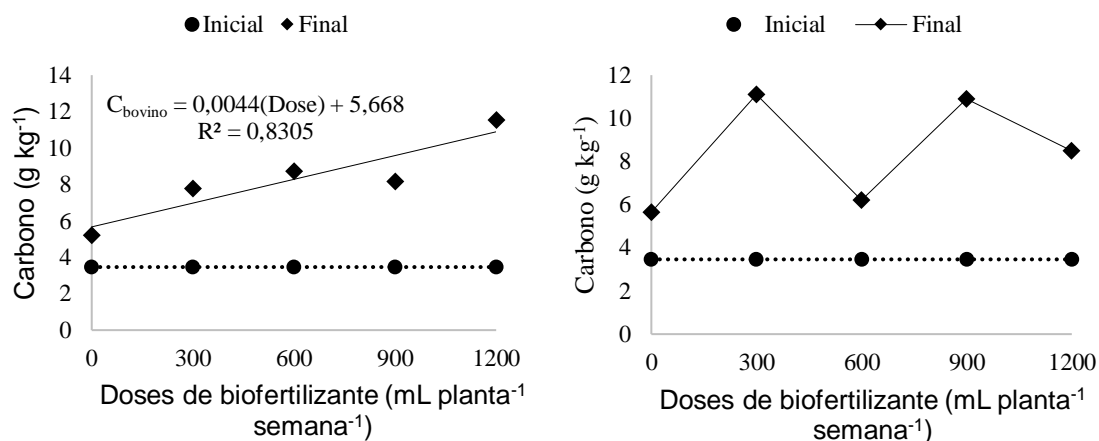
FV	GL	Quadrado Médio		
		C	MO	pH
Blocos	3	1,08221 ^{ns}	0,32503*	0,00044**
Épocas (A)	1	482,48938**	1254,58085**	109,51200**
Resíduo (A)	3	2,06367	5,59774	0,03600
Fontes (B)	1	0,18304 ^{ns}	9,89824 ^{ns}	0,80000**
Int. A x B	1	0,18304 ^{ns}	9,89824 ^{ns}	0,80000**
Resíduo (B)	6	5,27455	10,69200	0,1200
Doses (C)	4	14,62502**	34,04358**	0,10700**
Int. A x C	4	14,62502**	34,04358**	0,10700**
Int. B x C	4	8,59443**	16,27270**	0,05944*
Int. A x B x C	4	8,59443**	16,27270**	0,05944*
Resíduo (C)	48	2,14011	3,56774	0,01928
Total	79	-	-	-
CV (A)	-	24,27	23,81	2,62
CV(B)	-	38,80	32,91	1,51
CV (C)	-	24,71	19,01	1,92

Fonte: Autor (2020).

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

No início do ciclo, o valor do carbono (C) em ambas fontes era de 3,46 g kg⁻¹. Com a adubação semanal, verifica-se que os teores de carbono em função das doses de biofertilizante ajustaram-se melhor ao modelo linear crescente com valor máximo de 11,54 g kg⁻¹ para a dose de 1.200 mL planta⁻¹ semana⁻¹ (Figura 7A). Na análise dos teores de C em função das doses de biofertilizante à base de esterco de ovino, verificou-se que os dados não se ajustaram a nenhum dos modelos testados (Figura 7B), com resultados médio final de 8,47 kg⁻¹ de C.

Figura 7 - Teores de Carbono (C) em função das doses de biofertilizante misto e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica de bovino (A) e de ovino (B)

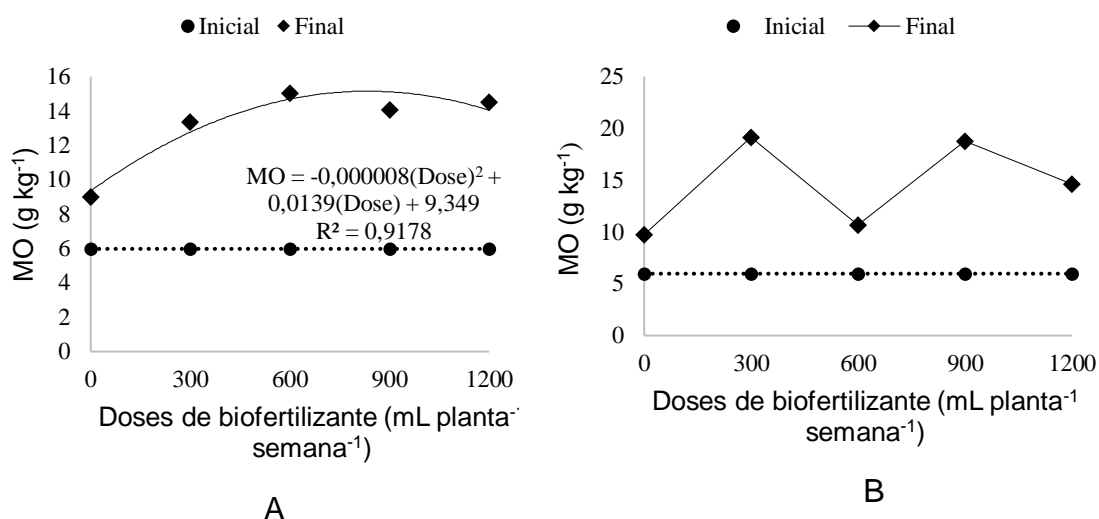


Fonte: Autor (2020).

Com a aplicação contínua do biofertilizante de bovino no substrato, os teores aumentaram significativamente ao longo do ciclo, variando entre 5,65 a 11,54, e nenhum dos valores estiveram abaixo do valor inicial do substrato. Este aumento dos teores de C pode ser atribuído ao aumento da matéria orgânica proporcionado pela aplicação das doses de biofertilizante, nas duas fontes orgânicas testadas. Vale ressaltar que este nutriente contribui 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).

Antes da aplicação dos tratamentos ou no início do ciclo, o teor de MO era de 5,97 g kg⁻¹ para as duas fontes orgânicas. Analisando os dados ao final do ciclo verificou-se um ajuste ao modelo polinomial quadrático, cuja dose de 868,75 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante à base de esterco bovino maximizou o teor em 15,38 g kg⁻¹ de MO (Figura 8A). Já os teores de MO em função das doses de biofertilizante à base de fonte de ovino não se ajustaram a nenhum dos modelos testados ou submetidos, porém tiveram uma resposta significativa com uma variação entre 9,74 a 19,14 g kg⁻¹.

Figura 8 - Teores de Matéria Orgânica (MO) em função das doses de biofertilizante misto e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica de bovino (A) e de ovino (B)



Fonte: Autor (2020).

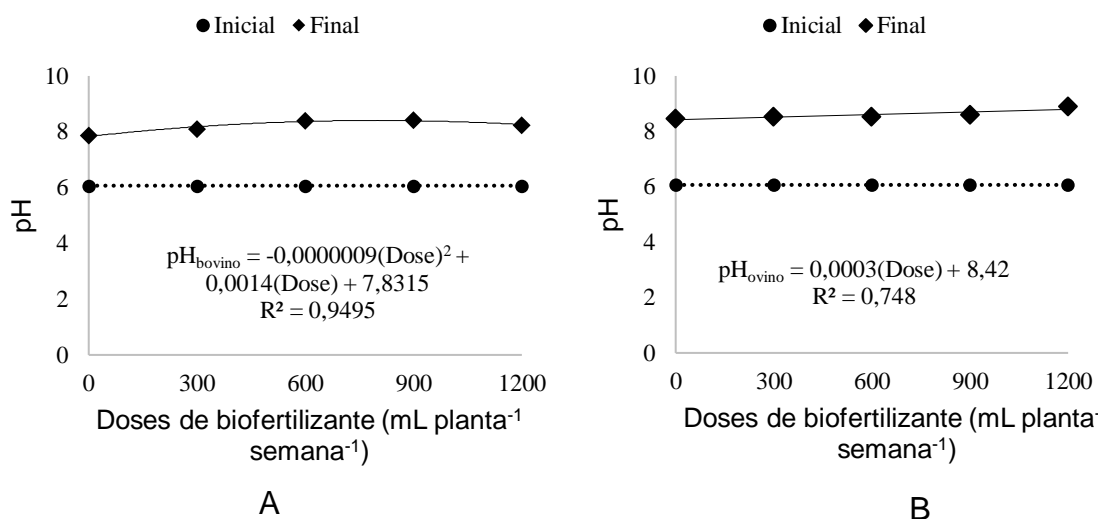
Com o incremento do biofertilizante ao longo do ciclo, os valores tiveram um aumento bastante significativo, aumento este que também foi verificado por

Borges (2017), trabalhando com doses de biofertilizante caprino. A autora afirma que o aumento da MO no solo com o incremento das doses do biofertilizante já era esperado, sendo o insumo (biofertilizante), o produto final da fermentação da MO. Zandonadi et al. (2014) afirmam que a matéria orgânica, além de ajudar na retenção de água, pode atuar também na retenção dos adubos no solo.

No início do ciclo, o teor médio de pH no substrato era de 6,0 (Figura 10), sendo considerado um solo ácido (EMBRAPA, 2020). Este valor estava dentro dos padrões exigidos pela cultura, que é na escala de 5,0 a 6,0 (EMBRAPA, 2020). Ao final do ciclo, com aplicação de biofertilizante de fontes bovino e ovino, o pH foi aumentando para básico, fator este que pode ser explicado, provavelmente, pelo fato do biofertilizante conter teor de pH de 7,01 para a fonte bovina e de 6,91 na fonte ovina na sua composição (Tabela 1).

Os dados do pH para a fonte bovina ajustaram-se ao modelo linear quadrático, em que a dose 777,77 mL planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou o maior valor de 8,3 para este teor (Figura 9A). Já os dados da fonte de ovino, ajustaram-se melhor ao modelo linear crescente com um coeficiente de determinação de 0,74, onde a maior dose proporcionou um valor máximo de 8,9 para o pH (Figura 9B).

Figura 9 - Teores de pH em função das doses de biofertilizante misto e das épocas de coleta do substrato na fonte orgânica de bovino (A) e de ovino (B)



Fonte: Autor (2020).

Müller (2012) afirma que solos que têm pH entre 5,8 e 7,5 tendem a ser livres de problemas, do ponto de vista do crescimento de plantas. O autor afirma que em sua investigação obteve valores do pH iguais a esta pesquisa no final do ciclo, e que o pH entre 8,0 e 8,5 indica a ocorrência de carbonato de cálcio e/ou magnésio, livres e baixas disponibilidades dos elementos fósforo, manganês, zinco e cobre (KIEHL, 1979 apud MÜLLER, 2012, p.41).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura de araruta comum quando adubada com fontes e doses de biofertilizante orgânico respondeu de forma linear crescente, onde a dose de 1200 mL planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou melhores resultados, provando ser a melhor dose para o desenvolvimento da cultura. O biofertilizante na base do esterco bovino mostrou resultados superiores na adubação semanal quando comparando com o esterco ovino. Todos os teores testados no substrato, para o final do ciclo, apresentaram resultados significativos e crescentes em relação aos teores iniciais, fator este que é atribuído a aplicação contínua do biofertilizante ao longo do ciclo do cultivo.

REFERÊNCIAS

ABRÃO, M. S. **Crescimento, produtividade e rentabilidade de Araruta 'Comum' em resposta a formas de adição ao Solo de cama de frango, espaçamentos entre plantas e de tipos e tamanhos de propágulos.** 1999. 73 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade federal da Grande Dourados (UFGD), Mato grosso do Sul, 2019.

ALVES, L. S. **Crescimento e produtividade do gergelim sob fontes e doses de matéria orgânica em Pombal-PB.** 2024. 49 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.ccta.ufcg.edu.br/index.php/PPSA/article/viewFile/141/91>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

ANÔNIMO. Dossiê Informações para subsidiar a visita ao Brasil pelo Relator Especial da ONU em direitos humanos e resíduos tóxicos. **Terra de Direitos.** [s./l.]. 02-03 de dez. 2019. Disponível em: <https://terradedireitos.org.br/uploads/arquivos/DOSSIE-RELATOR-RESIDUOS-TOXICOS-ONU---PORTUGUES-final.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.

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.** 2017. 112 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza/CE, 2017.

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/wp-content/uploads/2020/03/Relat%C3%B3rio-Anual-FEP-ano-2019.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

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

CORRÊA, J. C.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; MORAES, M. H. Alteração de atributos físicos em Latossolo com aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, v. 33, n. 2, p. 263–272, 2009.

COSTA, G. F.; VALERI, V. S.; CRUZ, P. C. M da. GONZALES, S. L. J. Esterco bovino para o desenvolvimento inicial de plantas provenientes de quatro matrizes de corymbia citriodora. *In: Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.39, n.90, p.161-169, 2011.

DANTAS, Tony. G.; Oliveira, Ademar. P.; Cavalcante, Lourival. F. Produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 2013, vol.17, n.10, p.1061-1065.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2020.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3 ed. Brasília-DF: Embrapa, 2013, 353p.

HENTZ, P.; CARVALHO, N. L. de. Impactos ambientais da fertilização orgânica em sistemas agropecuários na região sul-brasileira. *In: REGET/UFMS* (Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental), Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 340-352, abr. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/12367>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

Instituto Agrônômico de Campinas. **Solos e Recursos ambientais.** IAC. 2018. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/produtoseseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>>. Acesso em: 01 maio 2020.

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.

KELEN, M. E. B.; NOUHUYS, I. S. V.; KEHL, L. C.; BRACK, P.; SILVA, D.B. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs)**: hortaliças espontâneas e nativas. (1ª ed.). Porto Alegre: UFRGS, 2015.

LIBERATO, P. S.; TRAVASSOS, D. V.; SILVA, G. M. B. PANCs – Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environ, Smoke**, v. 2, n. 2, 2019.

LIMA, B. V.; CAETANO, B. S.; SOUZA, G. G.; SOUZA, C. S. S. A adubação orgânica e a sua relação com a agricultura e o meio ambiente. In: ENCONTRO CIENTÍFICO E SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO UNISALESIANO, 5., Lins, 2015. **Anais...** Lins: UNISALESIANO, 2015. Disponível em: <http://www.unisaesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0186.pdf>. Acesso em: 29 maio 2019.

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.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. “Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática”. In: **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 01 jun. 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sdeb/v42n117/0103-1104-sdeb-42-117-0518.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2020.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014, 68 p.

MALAVOLTA, E., PIMENTEL-GOMES, F., ALACARDE, J. C. **Adubos e adubações: adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise do solo e prática da adubação**. São Paulo: Nobel, 200p. 2011.

MORENO, L. B. **Densidades de plantas, amontoas e tipos e tamanho de propagulos na produtividade e rentabilidade da araruta ‘comum’**. 2017. 50 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.

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.

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: 07 maio 2020

_____. Adubação orgânica. **AGROLINK**, [s./i.]. 2016b. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes%20organicos_361468.htm. Acesso em: 12 jul. 2020.

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**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2020.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. “Causas e consequências do processo de salinização dos solos”. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET/UFMS**, v. 19, n. 2, p.1308-1324, 2015.

PEIXOTO, J. U.; FREIRE, M. B. G.; FREIRE, F. J. MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 2013, vol.17, n.4, pp.419-424. ISSN 1415-4366.

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: 14 mar. 2020.

PEREIRA, R.P. **Aptidão agrônômica e qualidade pós-colheita de genótipos de cebola na região sul do estado do Tocantins.** 2014. 53 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade federal do Tocantins, Gurupi/TO, 2014.

POLETTI, Neracelis. **Nitrogênio no solo e na planta e o manejo da adubação nitrogenada em cevada no sistema plantio direto.** 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2004.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: IPNI, 2012, 420 p.

SHINTU, P. V.; RADHAKRISHNAN, V. V.; MOHANAN, K. V. “Pharmacognostic standardisation of Maranta arundinacea L. - An important ethnomedicine”. *In: Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, New Delhi, v. 4, n. 3, p. 242-246, 2015.

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: 10 maio 2020.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, 2014.