

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

INSUMOS ORGÂNICOS E FERTILIZANTES MINERAIS NA PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE

IAN COSTA MACEDO¹, VILMAR PEREIRA DA SILVA¹, JÁRISSON
CAVALCANTE NUNES¹

AFILIAÇÃO

¹Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias, Naturais e Letras, Grupo de Pesquisa em Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Avenida Brejo do Pinto, S/N, Brejo do Pinto, Estreito, Maranhão, CEP: 659750-000.

RESUMO

O cultivo da batata-doce representa uma importante atividade socioeconômica para o agronegócio brasileiro, sendo o manejo da adubação fundamental para o sucesso na produção desta hortaliça. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os componentes de produção da batata-doce adubada com fonte orgânica e mineral na ausência e presença de biofertilizante. O experimento foi realizado em uma propriedade na zona rural do município de Estreito, Maranhão, no período de setembro de 2022 a agosto de 2023. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com quatro repetições, usando o esquema fatorial 3×2 , referentes a três manejos de adubação (sem adubação, com adubação orgânica e com adubação mineral) na ausência e presença do biofertilizante Vorax[®]. A parcela foi constituída por três leiras com 3 m de comprimento, sendo a leira central a parcela útil, utilizando o espaçamento de 0,33 m entre as plantas e 1,0 m entre leiras, totalizando 27 plantas por parcela. O biofertilizante foi aplicado via foliar a cada 20 dias até a realização da colheita. Aos 120 dias após o plantio, foi realizada a colheita e foram avaliados produtividade total, a produtividade comercial, o comprimento comercial e o número de raízes totais. Foram consideradas raízes comerciais aquelas que apresentarem massa superior a 80 g. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados encontrados permitem observar que a produtividade total e comercial da batata-doce adubada com esterco bovino na presença de biofertilizante Vorax[®] foram elevadas em 36,1% e 45,6%, respectivamente, quando comparada com os resultados obtidos nos tratamentos sem o bioestimulante. No entanto, quando as plantas foram submetidas a fertilização mineral, houve uma redução nos componentes de produção. A utilização do biofertilizante na produção de batata-doce é recomendado nas situações em que não há adubação ou quando a adubação é realizada com esterco bovino.

PALAVRAS-CHAVE: *Ipomoea batatas* L; Ácido L-glutâmico; Esterco bovino

INTRODUÇÃO

O cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) representa uma importante atividade

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

socioeconômica para o agronegócio brasileiro. Em 2021, a produção nacional foi de 824.680 t, a região Nordeste contribuiu com 317,3 t e o estado do Maranhão contribuiu com apenas 6 t da produção nacional (IBGE, 2021). Esses dados indicam a necessidade de incentivos à produção e investimentos eficientes nas áreas produtivas, por meio de técnicas de manejo adequadas para elevar a produtividade e a qualidade dos produtos colhidos.

Uma das alternativas para incentivar a produção de forma sustentável, destaca-se a aplicação de insumos orgânicos ao solo, que por consequência pode melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas (Mantovani et al., 2017; Urra et al., 2019), elevando a produtividade da cultura. No município de Estreito, o esterco bovino é um insumo presente na maioria das propriedades familiares e pode ser uma alternativa para substituição total e/ou parcial da adubação química utilizada nos cultivos hortícolas. Neste sentido, a geração de informações científicas sobre a adubação de culturas no estado do Maranhão constitui um avanço no conhecimento ainda escasso na literatura científica e contribui para geração de renda e melhoria de vida dos agricultores familiares.

Associado a adubação, orgânica ou mineral, a aplicação de biofertilizante, contendo aminoácidos como o ácido L-glutâmico, pode reduzir os efeitos dos estresses das plantas, em condições de déficit hídrico em determinadas épocas secas do ano, estimulando as atividades fotossintéticas e favorecendo o crescimento e a produção das culturas (Silva, 2021). Os benefícios sobre os efeitos dos biofertilizantes no crescimento, no metabolismo, na produção e na qualidade dos produtos colhidos já foram constatados para algumas hortaliças como o melão (Silva et al., 2021). Contudo, ainda são incipientes as informações científicas sobre os efeitos do insumo na cultura da batata-doce. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os componentes de produção da batata-doce adubada com fonte orgânica e mineral na ausência e presença de biofertilizante.

METODOLOGIA

O projeto de pesquisa foi desenvolvido em uma propriedade familiar localizada no Projeto de Assentamento Braço Forte, município de Estreito, Maranhão, durante o período de setembro de 2022 a agosto de 2023. Após a seleção da área experimental, foram coletadas amostras de solos para caracterização dos atributos químicos como pH, teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, hidrogênio + alumínio e alumínio trocável empregando-se as metodologias sugeridas por Teixeira et al. (2017). Os atributos químicos

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

foram: pH em CaCl_2 = 5,2; matéria orgânica = $24,1 \text{ g kg}^{-1}$; fósforo = $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$; potássio = $0,34 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; cálcio = $6,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; magnésio = $1,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; alumínio = $0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; hidrogênio + alumínio = $2,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; enxofre = $3,43 \text{ mg dm}^{-3}$; saturação por bases = 77,4%; ferro = $15,16 \text{ mg dm}^{-3}$; manganês = $32,88 \text{ mg dm}^{-3}$; cobre = $15,21 \text{ mg dm}^{-3}$; e zinco = $2,18 \text{ mg dm}^{-3}$. Na análise granulométrica, as porcentagens de areia, silte e argila foram 44%, 13% e 43%, respectivamente.

Os seis tratamentos foram dispostos em blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando o esquema fatorial 3×2 , referentes ao solo sem adubação, adubado com esterco bovino e com fonte mineral, na ausência e presença da aplicação de biofertilizante Vorax®. A unidade experimental foi composta por três leiras, com comprimento de 3 m, distanciadas de 1 m, com 9 plantas por leira e 27 plantas por parcela. A leira central foi considerada a parcela útil.

As leiras foram levantadas manualmente com auxílio de enxadas. A adubação orgânica e mineral foi realizada com base nos atributos do solo e na necessidade da cultura. Nos tratamentos com adubação orgânica foi utilizado o esterco bovino, de forma a elevar o teor de matéria orgânica do solo para 5,35%, sendo aplicado $66,6 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino. Nos tratamentos com adubação mineral, foi aplicado $363,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de superfosfato simples (16% de P_2O_5).

O biofertilizante Vorax® obtido através de fermentação biológica do melaço de cana, contendo 25% (300 g L^{-1}) de aminoácido - Ácido L-Glutâmico, 4,0% (48 g L^{-1}) de N solúvel em água e densidade de $1,20 \text{ g mL}^{-1}$ a 20°C (Tradecorp, 2021), foi aplicado via foliar, a cada 20 dias na dose de $0,4 \text{ mL L}^{-1}$ de água. As ramas de batata-doce Brazlândia Roxa foram adquiridas com produtores locais.

Aos 120 dias após o plantio das ramas, as raízes foram coletadas, acondicionadas em caixas, e foram avaliadas na propriedade rural, o número de raízes e a massa das raízes comerciais e não comerciais. Foram consideradas raízes comerciais aquelas que apresentarem massa superior a 80 g. Após a classificação e pesagem das raízes, os resultados de produtividade foram estimados para t ha^{-1} .

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o processamento dos resultados foi utilizado o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo das análises de variância (Tabela 1), constata-se que dentre as variáveis analisadas, a produtividade total (PT), a produtividade comercial (PC) e o comprimento comercial (CC) das raízes das plantas de batata-doce foram influenciadas pelas fontes de adubação e pela interação adubação $\times$ biofertilizante. O número de raiz total não foi influenciado por nenhuma fonte de variação testada, apresentando valor médio de 199.073,87 raízes ha⁻¹.

Tabela 1: Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, para produtividade total (PT) e comercial (PC), comprimento comercial (CC), número de raízes totais (NRT), número de raízes comerciais (NRC) de batata-doce adubada com fonte orgânica e mineral.

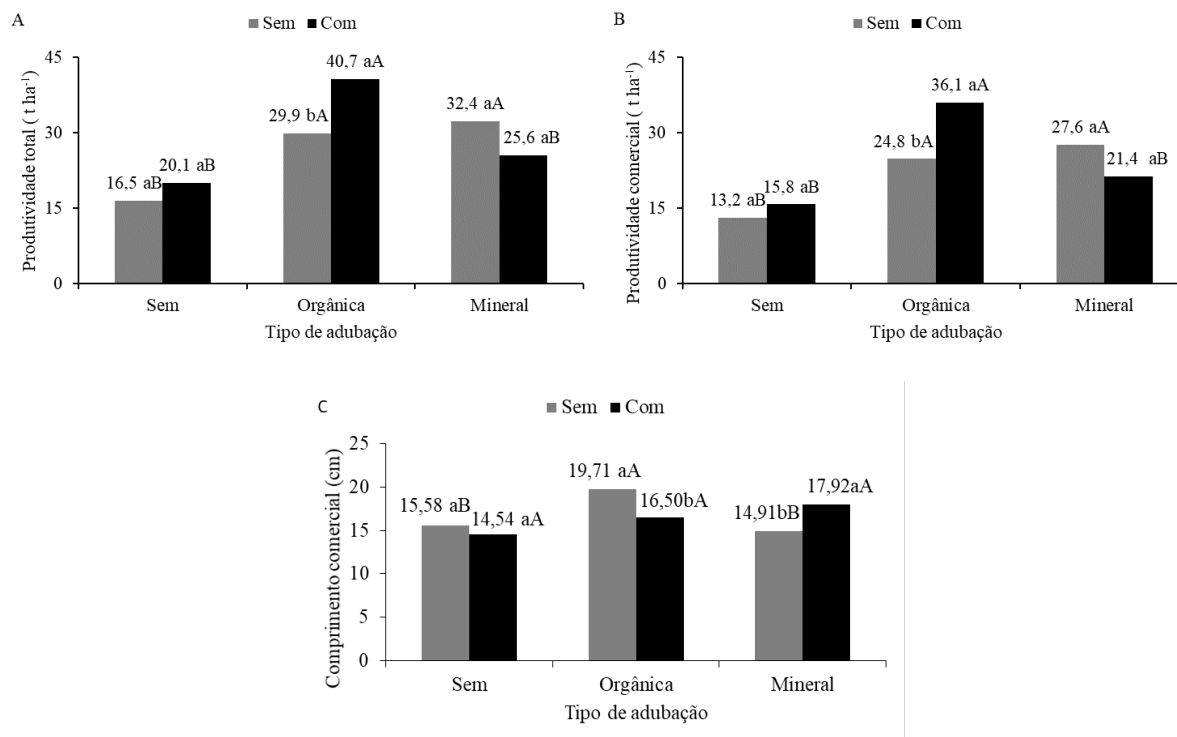
F.V	G.L.	PT	PC	CC	NRT
Bloco	3	137,29*	140,99*	91,87*	3731126,6 ^{ns}
Adubo – A	2	588,70*	518,65*	18,54*	79711,8 ^{ns}
Biofertilizante – B	1	39,14 ^{ns}	39,16 ^{ns}	1,02 ^{ns}	279,6 ^{ns}
A $\times$ B	2	156,78*	153,04*	19,91*	4722,4 ^{ns}
Resíduo	15	39,62	25,69	3,73	41587,1
Total	23	-	-	-	-
C.V.	-	21,36	21,88	11,69	28,70
Média	-	27,54	23,16	16,52	199.073,87

F.V = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; ^{ns} = Não significativo; * = significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey; CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nos tratamentos sem biofertilizante a maior produtividade total foi obtida quando foi fornecida a adubação mineral, com valor médio de 32,4 t ha⁻¹ (Figura 1A). Nos tratamentos com adubação orgânica, apesar de um valor de produtividade numericamente menor foi estatisticamente igual aos tratamentos com insumo mineral, constatando-se que a ausência de adubação interfere na produtividade da cultura. Além disso, constata-se que a maior produtividade foi obtida quando foi aplicado o esterco bovino e biofertilizante Vorax[®], com valor de 40,7 t ha⁻¹. Quando comparamos no mesmo tipo de adubação orgânica, na presença de biofertilizante a produtividade é superior em 36,1%. Ademais, nos tratamentos com adubação mineral e sem adubação na presença de biofertilizante, os valores médios de produtividade foram de 25, 6 e 20,1 t ha⁻¹, respectivamente, valores estatisticamente iguais não havendo diferença com a aplicação do biofertilizante.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Figura 1. Produtividade total (A), comercial (B) e comprimento comercial (C) de batata-doce adubada com insumos orgânicos e minerais.



Médias seguidas de mesmas letras minúsculas entre as diferentes condições de biofertilizantes no mesmo tipo de adubação e maiúsculas entre as mesmas condições de biofertilizante e diferentes tipos de adubação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com base na Figura 1B, verifica-se que, na ausência de biofertilizante, a produtividade comercial nos tratamentos que receberam adubação orgânica e mineral foi superior em relação aos tratamentos que não receberam nenhum tipo de adubação, indicando valores médios de 27,6; 24,8 e 13,2 t ha⁻¹ respectivamente. Além disso, na presença de biofertilizante a maior produtividade comercial foi obtida nos tratamentos que receberam adubação orgânica, já nos tratamentos que receberam adubação mineral e nenhum tipo de adubação, a produtividade foi estatisticamente igual. Quando comparamos os valores de produtividade comercial na ausência e presença das plantas adubadas com esterco bovino, constata-se que o biofertilizante Vorax[®] elevou a produtividade comercial da batata-doce em 45,6%.

Resultados semelhantes foram constatados para o comprimento das raízes comerciais (Figura 1C), em que o maior comprimento comercial foi obtido nos tratamentos que receberam adubação orgânica na presença de biofertilizante, com comprimento médio de 19,71 cm, apresentando valor superior em 19,4% comparado aos tratamentos sem biofertilizante.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Ademais, ao comparar os diferentes tipos de adubação na mesma condição de biofertilizante, a adubação mineral e sem adubação, apresentam valores médios estatisticamente iguais, 14,91 e 15,58 cm, respectivamente. Além disso, o comprimento das raízes nos tratamentos submetidos às diferentes fontes de adubação na ausência de biofertilizante, os valores foram estatisticamente iguais.

O aumento na produtividade total (Figura 1A) e comercial (Figura 1B) com a aplicação de esterco bovino na presença do biofertilizante Vorax[®], como também, o maior comprimento das raízes comerciais da batata-doce (Figura 1C) é devido a melhoria das características biológicas, físicas e químicas do solo com aplicação de esterco bovino (Santos et al., 2006; Mantovani et al., 2017; Urra et al., 2019) resultando em melhores condições para o desenvolvimento das plantas de batata-doce. Conforme Silva et al. (2012) a aplicação do esterco bovino e a maior quantidade e qualidade das raízes de batata-doce estão relacionados a disponibilidade de nutrientes para as raízes das plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, principalmente nos solos que apresentam baixo estoque de fósforo para as plantas. Corroborando com esses resultados, Santos et al (2006) estudaram a produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica e indicaram a eficiência do esterco bovino nos componentes de produção das raízes de batata-doce.

Os benefícios do biofertilizante Vorax[®] no aumento da produtividade total (Figura 1A) e comercial (Figura 1B) da batata-doce, principalmente nos tratamentos que receberem esterco bovino, podem ser provenientes do ácido L-glutâmico presente no biofertilizante, tendo em sua composição os aminoácidos glutamina e glutamato, que atuam no metabolismo do nitrogênio desempenhando função na fixação biológica, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas (Ferreira et al., 2002). Além disso, contribui com o aumento da taxa fotossintética, minimizando a deterioração das células ocasionadas pelos estresses, consequentemente, promovendo incremento de produtividade na cultura. Ademais, os biofertilizantes contém em sua composição sais minerais, aminoácidos e vitaminas, que em contato com as plantas promovem a expressão de genes que oferecem resistência as causas que geram algum tipo de estresse fisiológico, como também ativando mecanismos de defesa que otimiza o uso dos nutrientes, ocasionando uma melhor estabilidade produtiva (Marques, Simonetti e Rosa, 2014; Prieto et al. 2017; Babinski, 2019; Santos, 2020).

A obtenção de 36,1 t ha⁻¹ de raízes comerciais de batata-doce alcançada com a aplicação de esterco bovino na presença do biofertilizante (Figura 1B) superou o rendimento

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

médio do estado do Maranhão (3 t ha^{-1}) em 1.103,3% e a produtividade média do Brasil ($14,67 \text{ t ha}^{-1}$) em 146,08 %, conforme IBGE (2021). Essa situação evidencia que o manejo adequado da adubação possibilita elevadas produtividades de batata-doce, favorecendo a geração de emprego e renda na propriedade rural, contribuindo com a fixação do homem no campo, sendo uma possibilidade de inserção dessa cultura nas propriedades rurais do município de Estreito, visto que, conforme o IBGE (2021), o município não produz oficialmente batata-doce em escala comercial.

CONCLUSÕES

A aplicação de esterco bovino na presença de biofertilizante Vorax[®] eleva a produtividade total e comercial da batata-doce.

A adubação mineral associada a aplicação de biofertilizante Vorax[®] proporciona maior comprimento das raízes de batata-doce.

O cultivo de batata-doce é uma alternativa promissora para os agricultores do Maranhão.

APOIO FINANCEIRO

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro através da bolsa de iniciação científica para o primeiro autor e ao representante de vendas do biofertilizante no estado do Tocantins, Bruno, por disponibilizar o insumo para realização deste experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Babinski, F.J. Respostas de soja RR após aplicação de biofertilizante associado ou não ao glyphosate. 2019. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), Universidade Federal da Fronteira Sul, Rio Grande do Sul.

Ciaccia, C.; Ceglie, F.G.; Burgio, G.; Madžarić, S.; Testani, E.; Muzzi, E.; Mimiola, G.; Tittarelli, F. Impact of agroecological practices on greenhouse vegetable production: comparison among organic production systems. *Agronomy* 2019, 9, 1-16.

Debald, A.M. Biofertilizante a base de ácido L-glutâmico associado a fungicidas no manejo de ferrugem da soja. 2021. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná.

Ferreira, D.F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista brasileira de biometria* 2019, 37, 529-535.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 09 de novembro de 2023- Imperatriz - MA

Ferreira, V.M.; Magalhães, P.C.; Durães, F.O.M.; Oliveira, L.E.M.; Purcino, A.A.C. Metabolismo do nitrogênio associado à deficiência hídrica e sua recuperação em genótipos de milho. *Ciência Rural* 2002, 32, 13-17.

IBGE. Lavouras Temporárias 2021. Produção Agrícola Municipal. Disponível online: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado> (Acesso em 05 de outubro de 2023).

Leonardo, F.A.P.; Oliveira, A.P.; Pereira, W.E.; Silva, O.P.R.; Barros, J.R.A. Rendimento da batata-doce adubada com nitrogênio e esterco bovino. *Revista Caatinga* 2014, 27, 18-23.

Mantovani, J.R.; Carrera, M.; Moreira, J.L.A.; Marques, D.J.; Silva, A.B. Fertility properties and leafy vegetable production in soils fertilized with cattle manure. *Caatinga* 2017, 30, 825-836.

Marques, M.E.R.; Simonetti, A.P.M.M.; Rosa, H.A. Aspectos produtivos do uso de bioestimulantes na cultura da soja. *Acta Iguazu* 2014, 3, 155-163.

Prieto, C.A.; Alvarez, J.W.R.; Figueredo, J.C.K.; Trinidad, S. A. Bioestimulante, biofertilizante e inoculação de sementes no crescimento e produtividade da soja. *Revista de Agricultura Neotropical* 2017, 4, 1-8.

Santos, J.F.; Oliveira, A.P.; Alves, A.U.; Brito, C.H.; Dornelas, C.S.M.; Nóbrega, J.P.R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. *Horticultura Brasileira* 2006, 24, 103-106.

Santos, J.O. Manejo da soja com aplicação de biofertilizantes no sulco de semeadura, São Paulo. 2020. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

Sediyama, M.A.N.; Santos, I.C.; Lima, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Revista Ceres* 2014, 61, 829-837.

Silva, D.J.; Bassoi, L.H.; Rocha, M.G.; Silva, A.O.; Deon, M.D. Organic and nitrogen fertilization of soil under ‘Syrah’ grapevine: effects on soil chemical properties and nitrate concentration. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 2016, 40, 1-11.

Silva, J.A.; Oliveira, A.P.; Alves, G.S.; Cavalcante, L.F.; Oliveira, A.N.P.; Araújo, M.A.M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 2012, 16, 253-257.

Silva, J.L.; Silva, K.E.S.; Rocha, D.N.S.; Barbosa, T.C.S.; Oliveira, Z.V.S.R.; Mesquita, A.C. Crescimento e alteração metabólica do meloeiro adubado com biofertilizantes comerciais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 2021, 16, 137-144.

Silva, S.N. Investigação do perfil metabólico de plantas submetidas ao tratamento com o biofertilizante Vorax[®] obtido através de processo de fermentação da bactéria *Corynebacterium glutamicum* e seu potencial uso na agricultura, São Paulo. 2021. 142f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

Teixeira, P.C.; Donagemma, G.K.; Fontanna, A.; Teixeira, W.G. Manual de Métodos de Análise de Solo. Embrapa: Brasília, Brasil. pp. 574

Tradecorp. Vorax biofertilizante. Disponível online: <http://tradecorp.com.br/produtos/vorax-biofertilizante> (Acesso em 05 de outubro de 2023).

Urta, J.; Alkorta, I.; Lanzen, A.; Mijangos, I.; Garbisu, C. The application of fresh and composted horse and chicken manure affects soil quality, microbial composition and resistance to antibiotics. *Applied Soil Ecology* 2019, 135, 73-84.