

FERTILIZAÇÃO DO SOLO PARA CULTIVO DA *IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.: ensino e pesquisa na graduação

SOIL FERTILIZATION FOR CULTIVATION OF *IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.: Teaching and undergraduate research

Járisson Cavalcante Nunes¹ - UEMASUL
Ian Costa Macedo² - UEMASUL
Vilmar Pereira da Silva³ - UEMASUL

RESUMO

A pesquisa científica, além de proporcionar uma vivência para os alunos de graduação, possibilita o ensino prático e aplicado. O objetivo deste trabalho foi proporcionar uma vivência prática para os alunos de graduação (Engenharia Agrônoma) sobre a influência do manejo da adubação na produção da batata-doce. As variáveis independentes foram obtidas a partir da combinação de três tipos de fertilização do solo com e sem aplicação de bioestimulante nas plantas. A distribuição dos tratamentos foi realizada em blocos ao acaso. A utilização conjunta de adubação orgânica e bioestimulante promove incrementos na produtividade total (40,7 t ha⁻¹) e comercial (36,1 t ha⁻¹) da batata-doce. O fornecimento de bioestimulante para plantas fertilizadas com adubos sintéticos reduz o potencial de produção da cultura. A iniciação científica é uma ferramenta fundamental durante o processo de ensino-aprendizagem dos discentes do curso de Engenharia Agrônoma.

PALAVRAS-CHAVE: Batata-doce. Fertilizante orgânico. Adubação mineral.

ABSTRACT

Scientific research, in addition to providing an experience for undergraduate students, enables practical and applied teaching. The objective of this work was to provide practical experience for undergraduate students (Agronomic Engineering) on the influence of fertilizer management on sweet potato production. The independent variables were obtained from the combination of three types of soil fertilization with and without application of biostimulant to the plants. The distribution of treatments was carried out in randomized blocks. The joint use of organic fertilizer and biostimulant promotes increases in the total (40.7 t ha⁻¹) and commercial (36.1 t ha⁻¹) productivity of sweet potatoes. The supply of biostimulant to plants fertilized with synthetic fertilizers reduces the crop's production potential. Scientific initiation is a fundamental tool during the teaching-learning process of students on the Agricultural Engineering course.

KEYWORDS: Sweet potato. Organic fertilizer. Mineral fertilization.

¹Doutor em Agronomia. Professor do curso de Engenharia Agrônoma e bolsista do Programa de Bolsa de Produtividade, Edital N° 06/2023/CPG/PROPGI/UEMASUL. Projeto de pesquisa realizado pelos integrantes do GPADE da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/UEMASUL. E-mail: jarisson.nunes@uemasul.edu.br / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5129-2934>.

²Estudantes do Curso do Engenharia Agrônoma, GPADE/CCANL/UEMASUL. E-mail: ian.macedo@uemasul.edu.br / ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7095-5331>.

³Estudantes do Curso do Engenharia Agrônoma, GPADE/CCANL/UEMASUL. E-mail: vilmar.silva@uemasul.edu.br / ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3080-4888>.

INTRODUÇÃO

A pesquisa científica é uma ferramenta que permite o desenvolvimento de vários aspectos do estudante universitário (Fontes; Poletto, 2018). Entre os benefícios durante o processo de ensino-aprendizagem, destaca-se a articulação entre diversas áreas de conhecimento, trabalhando a interdisciplinaridade nos discentes em formação e a possibilidade do desenvolvimento da proatividade, sendo uma etapa fundamental na carreira dos futuros profissionais (Lopes; Sousa Júnior, 2018). Assim, o aprendizado, especificamente na área de olericultura, pode ser favorecido com a instalação de projetos de pesquisa.

Dentre as hortaliças de importância econômica e social para o Brasil, destaca-se a cultura da *Ipomoea batatas* (L.) Lam. A quantidade produzida desta hortaliça, no ano de 2022, foi de 847.000 t, sendo a região Nordeste a maior produtora (351.623 t), seguidas pelas regiões Sudeste (242.777 t), Sul (232.737 t), Norte (10.740 t) e Centro-Oeste (9.223 t). Apesar da importância da cultura para a região Nordeste, o Maranhão contribuiu com apenas 11 t da produção do país (IBGE, 2022). Essas informações refletem a necessidade de investimentos em pesquisa relacionadas as práticas de manejo da cultura, visando incentivar os cultivos agrícolas em áreas ainda pouco exploradas. Essas informações podem ser geradas pelas estudantes dos cursos de graduação.

Uma das possibilidades para produzir sem causar impactos significativos nos recursos naturais é a utilização de adubos orgânicos, que através das suas características, melhoram os atributos biológicos, químicos e físicos do solo (Lishan; Alemu, 2024). O plantio de batata-doce acontece, geralmente, em pequenas propriedades rurais, que como características, realizam atividades agrícolas e pecuárias, com disponibilidade de esterco na unidade produtiva. Assim, apesar desse insumo muitas vezes ser negligenciado pelos produtores, caracteriza-se como possibilidade de substituição aos fertilizantes sintéticos, frequentemente utilizados nos cultivos agrícolas (Esteves *et al.*, 2023).

Adicionalmente, para o manejo das plantas hortícolas, é necessário considerar que ao longo dos anos mudanças climáticas vêm ocorrendo (Tripathi *et al.*, 2016), como irregularidade na distribuição das chuvas e aumento da temperatura, que podem comprometer o potencial produtivo e influenciar na disponibilidade de alimentos. Dessa forma, associado ao manejo da fertilização do solo, é necessário testar insumos que estimulem as atividades fotossintéticas das plantas submetidas a condições abióticas adversas. Uma das possibilidades é a utilização de insumos que contenha o ácido L-glutâmico (Lee *et al.*, 2021), como os bioestimulantes.

Esse aminoácido desempenha um papel fundamental nas atividades fotossintéticas das culturas, pois é convertido em antioxidantes como prolina, possibilitando o crescimento das plantas em condições de estresse abiótico (Qiu *et al.*, 2020). O efeito da aplicação desse aminoácido foi testado, com resultados promissores, para as culturas do repolho (Röder *et al.*, 2015) e do tomate (Lee *et al.*, 2021). Apesar dessas informações, os estudos com a cultura da batata-doce são incipientes, sendo necessário investimentos na formação de recursos humanos e na geração de informações que contribuam ou potencializem o plantio da batata-doce.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi proporcionar uma vivência prática sobre a cultura da *Ipomoea batatas* (L.) Lam. para os alunos de graduação do curso Engenharia Agrônoma sobre a influência da fertilização do solo e da aplicação de bioestimulante nas características produtivas da batata-doce.

MATERIAL E MÉTODOS

As ações de ensino e pesquisa foram realizadas em um pequeno estabelecimento agropecuário (latitude -6.638532153810864, longitude -47.40631844854584) de Estreito-MA. A área experimental está inserida em um clima do tipo Aw, com duas estações bem definidas (seca e chuvosa), e apresenta precipitação anual média de 1.478 mm e temperatura do ar média anual de 27 °C (Alvares *et al.*, 2013).

Antes da instalação do experimento, os discentes do curso de Engenharia Agrônômica fizeram uma atividade prática referente a coleta do solo, seguindo os critérios definidos por Teixeira *et al.* (2017). Essa atividade teve a supervisão e apoio do professor orientador e serviu como revisão de assuntos trabalhados em disciplinas do curso, como gênese, morfologia e classificação do solo, física do solo, fertilidade do solo e olericultura, caracterizando uma atividade interdisciplinar. Após a coleta das subamostras de solo, elas foram homogeneizadas e retirada uma massa de solo de 400 g para envio para o laboratório para as determinações químicas e granulométricas (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos e granulométricos do solo

Atributos	Valor
pH (CaCl ₂)	5,2
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	24,1
P (mg dm ⁻³)	2,0
K (cmol·dm ⁻³)	0,34
Ca (cmol·dm ⁻³)	6,46
Mg (cmol·dm ⁻³)	1,01
Al ³⁺ (cmol·dm ⁻³)	0,0
H + Al ³⁺ (cmol·dm ⁻³)	2,28
S (mg dm ⁻³)	3,43
Saturação por bases (%)	77,4
Fe (mg dm ⁻³)	15,16
Mn (mg dm ⁻³)	32,88
Cu (mg dm ⁻³)	15,21
Zn (mg dm ⁻³)	2,18
Areia (%)	44
Silte (%)	13
Argila (%)	43

Fonte: Elaborado pelos autores (2023), com base nos resultados do laudo do Laboratório Agrônômico Terra Brasileira.

A tabela anterior, corresponde aos atributos químicos e granulométricos do solo, antes da instalação do experimento, em um pequeno estabelecimento agropecuário de Estreito-MA. Na oportunidade, para avaliar a influência da fertilização química e orgânica na cultura da batata-doce.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos (Tabela 2) foram obtidos a partir da combinação de três manejos da fertilização do solo sem e com aplicação de bioestimulante. O espaçamento utilizado no experimento foi de 1 m entre leiras e 0,3 m entre plantas. Cada parcela, com 27 plantas, foram distribuídas em três leiras com comprimento de três metros. As avaliações foram realizadas em todas as plantas da leira central.

Tabela 2 - Tratamentos utilizados no experimento para avaliar as características produtivas da cultura da batata-doce

Adubação	Bioestimulante (Biofertilizante Vorax®)
Sem adubação	Sem
Sem adubação	Com
Adubação com esterco bovino	Sem
Adubação com esterco bovino	Com
Adubação mineral	Sem
Adubação mineral	Com

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para fixar os conteúdos relacionados a disciplina olericultura do curso de Engenharia Agrônômica, os discentes integrantes do projeto fizeram o planejamento da instalação da cultura e confeccionaram as leiras de forma manual, com o auxílio de enxadas. Na distribuição dos tratamentos, foi incluída a participação do professor responsável pela disciplina estatística experimental, para trabalhar os temas referentes aos critérios metodológicos utilizados duramente a instalação de experimentos. Adicionalmente, foram utilizados os conhecimentos trabalhados na disciplina fertilidade do solo para realizar os cálculos de correção do solo e adubação da cultura.

Devido as características do pH do solo (Tabela 1) e da exigência da cultura, não foi necessário fazer aplicação de calcário. O esterco bovino foi coletado na propriedade agropecuária e fornecido ao solo na quantidade de 66,6 t ha⁻¹, que corresponde ao volume de esterco aplicado ao solo para aumentar o nível de matéria orgânica para 5,35% (Nunes *et al.*, 2020). O cálculo da adubação mineral foi realizado seguindo os critérios dos níveis críticos de nutrientes do solo definidos por Sousa e Lobato (2004). Dessa forma, em função das características do solo (Tabela 1), na adubação de fundação foram fornecidos 363,6 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (18% de fósforo, 16% de cálcio e 10% de enxofre).

Como etapa do processo de ensino-aprendizagem, os alunos foram a uma propriedade rural para preparar as ramas de batata-doce cultivar Brazlândia Roxa doadas por um produtor local. O bioestimulante (biofertilizante Vorax®, 25% de Ácido L-Glutâmico e 4,0% de N) foi aplicado com o auxílio de um pulverizador costal de 20 L. O insumo foi fornecido via foliar em 100% das folhas das plantas na dose de 0,4 mL L⁻¹.

O plantio da cultura foi realizado no período chuvoso. Porém, quando necessário, em função da umidade do solo, foi realizada irrigação manual nas plantas. Durante a condução das atividades, foram realizados cinco capinas e duas práticas de manejo denominada amontoa. Após três meses e 20 dias do plantio das ramas-sementes, foi feita a colheita de forma manual. As raízes colhidas foram armazenadas em caixas plásticas do tipo K e lavadas para posterior classificação (Ceagesp, 2017) e pesagem. Foram avaliados o número e a massa das raízes aptas e inaptas a comercialização. Após a pesagem, os resultados referentes a produtividade (Prod.) foram transformados para toneladas por hectare através da fórmula:

$$\text{Prod. (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{MRPU} \times \text{NPH}}{\text{NPPU} \times 1.000}$$

Onde:

MRPU - Massa das raízes da parcela útil (kg)

NPPU - Número de plantas da parcela útil (9 plantas)

NPH - Número de plantas por hectare (30.303 plantas)

Após a coleta dos dados, estes foram inseridos em uma planilha da *Microsoft Excel*® e em seguida foram processados utilizando o SISVAR (Ferreira, 2019), trabalhando com os discentes os conhecimentos adquiridos nas disciplinas informática na agricultura e estatística experimental. Após a realização da análise de variância, as médias referentes a aplicação de bioestimulantes foram confrontadas pelo teste F, que é conclusivo para dois fatores, e as referentes a fertilização do solo pelo teste de *Tukey* ($p \leq 0, 05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de raízes totais da batata-doce e a quantidade de raízes não comerciais não foram influenciadas por nenhuma das fontes de variação testadas, com médias de 199.073,87 raízes ha⁻¹ e 120.931,41 raízes ha⁻¹, respectivamente. Esses valores indicam que cada planta de batata-doce formou 6,5 raízes, sendo 60% consideradas não comerciais (Tabela 3).

A quantidade de raízes por cova registrada nesta pesquisa é superior ao valor máximo de 5,6 observado por Hayati *et al.* (2020) estudando as características morfológicas e o rendimento de 12 genótipos de batata-doce na província de Aceh, Indonésia, e supera as 3,7 raízes constatadas por Silva *et al.* (2015) para a mesma variedade cultivada nas condições edafoclimáticas de Canoinhas-SC. Esses mesmos autores constataram que a porcentagem de raízes não comerciais para a batata-doce **Brazlândia Roxa** foi de 68,3%. Dessa forma, a relação entre o total de raízes emitidas e o número de raízes não comerciais da batata-doce produzida no Maranhão é semelhante a porcentagem obtida em outros estados do país.

Tabela 3 - Valores dos quadrados médios, referentes as análises de variância

Fonte de variação	Grau de liberdade	RT	RC	RNC	C	CN	PC	PT
Bloco	3	373.112,6 ^{ns4}	1,09 ^{ns}	2.103,50 ^{ns}	91,87	1,825	140,99	137,29
Adubo - A	2	79.711.790,5 ^{ns}	253,83 ^{ns}	559,96 ^{ns}	18,54	0,005 ^{ns}	518,65	588,70
Biofert. - B	1	279,62 ^{ns}	79829185,0 ^{ns}	4,43 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,003 ^{ns}	39,16 ^{ns}	39,14 ^{ns}
A × B	2	4.722,36 ^{ns}	138,80 ^{ns}	292392103,7 ^{ns}	19,91	0,254 ^{ns}	153,04	156,78
Resíduo	15	41.587,07	494877965,6	90,64 ^{ns}	3,73	0,299	25,69	39,62
Total	23	-	-	-	-	-	-	-
Coeficiente de variação (%)	-	28,70	28,47	33,68	11,69	9,79	21,88	21,36
Média	-	199.073,87	78.142,4	120.931,41	16,52	5,59	23,16	27,54

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A tabela 3 aborda os valores dos quadrados médios, referentes as análises de variância, para a quantidade raízes totais (RT), quantidade de raízes comerciais (RC), quantidade de raízes

^{4ns} e * = Não significativo e significativo ($p \leq 0, 05$).

não comerciais (RNC), comprimento comercial (C), comprimento não comercial (CN) e massa das raízes comerciais (PC) e total (PT).

De forma semelhante, não houve efeito significativo para o comprimento da batata-doce inaptas a comercialização, com média de 5,59 cm raiz⁻¹. Esse valor está dentro dos critérios mencionados por Silva *et al.* (2021) para a batata-doce ser considerada não comercial. A quantidade de raízes aptas para serem comercializadas, o comprimento das raízes que atendem a demanda dos consumidores, a massa das raízes comerciais e total da batata-doce foi influenciada pela interação entre a fertilização do solo e o fornecimento de bioestimulante. O comprimento das raízes aptas ao mercado consumidor, a massa das raízes comerciais e total foram influenciadas pelo efeito isolado das fontes de fertilizantes aplicados ao solo.

Nas plantas sem bioestimulante, a maior quantidade de raízes aptas a comercialização foi registrada com aplicação fertilizante mineral (101.010,0 raízes ha⁻¹) e com esterco bovino (78.282,7 raízes ha⁻¹). Ao relacionar a quantidade registrada nas plantas adubadas com fertilizante sintético com o valor de 49.663,2 raízes ha⁻¹ registrado nos tratamentos sem adubação, constatou-se que a adubação mineral elevou em 50,8% a formação de raízes comerciais.

Nos tratamentos com ácido L-glutâmico, fornecido pela composição do biofertilizante, não houve diferença entre a quantidade de raízes aptas a comercialização nos diferentes tipos de adubação (Tabela 4). Essa situação indica que a aplicação do insumo nas plantas cultivadas em área com estresse nutricional, como a baixa disponibilidade de fósforo no solo (Tabela 1), possibilita um maior ajuste das atividades fisiológicas da planta resultando em maior quantidade de raízes. Estudos recentes têm demonstrado os efeitos positivos desse aminoácido no crescimento das plantas, principalmente em condições de estresse abióticos (Philippe *et al.*, 2019; Qui *et al.*, 2020). Silva *et al.* (2015) estudando o cultivo de batata-doce identificaram menor quantidade de raízes com padrão de mercado por hectare (40.393,53 raízes), indicando que os dados atuais referentes ao valor registrado com aplicação de superfosfato simples e bioestimulante superaram em 150% a quantidade registrada por aqueles autores.

Tabela 4 - Valores médios referentes a quantidade de raízes

Adubação	Biofertilizante		Biofertilizante	
	Sem	Com	Sem	Com
	RC (raízes ha ⁻¹)		C (cm raiz ⁻¹)	
Sem	49.663,2 aB [†]	71.548,7 aA	14,5 aA	15,5 aB
Orgânica	78.282,7 aAB	97.643,0 aA	16,5 bA	19,7 aA
Mineral	101.010,0 aA	70.707,0 aA	17,9 aA	14,9 bB

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os valores médios referentes a quantidade de raízes, presentes na tabela 4, atendem as exigências do mercado consumido (RC) e comprimento das raízes comerciais (C) da batata-doce submetida a diferentes manejos de fertilização do solo e da cultura.

Silva *et al.* (2021), estudando o número de raízes comerciais de seis genótipos de batata-doce, constataram que os valores variaram entre 33.630 e 81.110 raízes por hectare, e a Brazlândia Roxa apresentou 39.560 raízes comerciais por hectare, número inferior ao obtido nesta pesquisa utilizando um número de plantas por hectare semelhante (33.333 plantas ha⁻¹). Esses resultados possibilitam prever que a exploração da cultura possui potencial no Maranhão,

[†]Mesmas letras maiúsculas entre os diferentes manejos da adubação e minúsculas entre as aplicações de biofertilizante não diferem entre si (Tukey, p<0,05).

necessitando de ações de políticas públicas e assistência técnica adequada para incentivar o cultivo utilizando as tecnologias disponíveis no mercado.

A resposta positiva da adubação mineral com superfosfato simples na emissão das raízes das plantas sem bioestimulante, provavelmente, é devido as funções que o elemento essencial desempenha nas plantas, com atuação direta nas reações de transferência de energia e regulação de rotas metabólicas e é responsável por aumentar a quantidade de raízes e, conseqüentemente, elevar a área de absorção de água e dos nutrientes essenciais (Rengel *et al.*, 2022).

O fornecimento de bioestimulante proporcionou maior crescimento das raízes das plantas adubadas com o insumo obtido na própria propriedade (19,7 cm raiz⁻¹) quando comparada aos raízes produzidas sem bioestimulante (16,5 cm raiz⁻¹), representando um incremento percentual de 19,4% (Tabela 4). Nos tratamentos fertilizados com adubos sintéticos, a ausência do bioestimulante proporcionou maior alongamento das raízes. Ao contrastar os tipos de fertilização do solo sem bioestimulante aplicado via foliar na parte aérea das plantas, observa-se os dados para esta variável foi semelhante, variando entre 14,5 e 17,9 cm. Contudo, com bioestimulante, a adubação com insumo orgânico favoreceu o crescimento das raízes em relação aos tratamentos sem adubação e com adubação mineral.

O comprimento das raízes aptas a comercialização é semelhante aos valores observados por Alam *et al.* (2023), avaliando o desempenho produtivo e as características de cinco variedades de batata-doce, foi lançado pelo Instituto de Pesquisa Agrícola de Bangladesh com valores oscilando entre 13,86 e 16,90 cm. Esses valores atendem as demandas dos consumidores brasileiros e a batata-doce com comprimento acima de 10 cm pode ser considerada comercial, desde que não apresentem não tortuosidade ou embonecamento (Silva *et al.*, 2021).

A maior massa das raízes aptas a comercialização (36,1 t ha⁻¹) e total (40,7 t ha⁻¹) foram obtidas nas plantas adubadas com insumo orgânico e com aplicação de bioestimulante. Ao relacionar esses valores com os registrados nos tratamentos sem aplicação de ácido L-glutâmico constata-se superioridade de 45,6% e 36,1% nos valores de produtividade comercial e total, respectivamente (Tabela 5). A produtividade das raízes aptas a comercialização e total obtidas nas plantas sem bioestimulante e adubados com insumo orgânico e fertilizantes sintéticos foram superiores aos valores observados nas plantas sem adubação.

Tabela 5 - Valores médios referentes a massa das raízes aptas a comercialização (PC) e total (PT) da batata-doce submetida a diferentes manejos de fertilização do solo e da cultura

Adubação	Biofertilizante		Biofertilizante	
	Sem	Com	Sem	Com
	PC (t ha ⁻¹)		PT (t ha ⁻¹)	
Sem	13,2 aB ^e	15,8 aB	16,5 aB	20,1 aB
Orgânica	24,8 bA	36,1 aA	29,9 bA	40,7 aA
Mineral	27,6 aA	21,4 aB	32,4 aA	25,6 aB

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Ao comparar 27,6 t ha⁻¹ com 13,2 t ha⁻¹, verifica-se que o fornecimento do fertilizante mineral ao solo elevou a massa das raízes de batata-doce aptas a comercialização em 52,2%. A massa das raízes totais nos tratamentos sem bioestimulantes foram elevadas em 44,8% e 49,1% com o fornecimento de insumo orgânico e fertilizante mineral em relação aos valores obtidos

^eMesmas letras maiúsculas entre os diferentes manejos da adubação e minúsculas entre as aplicações de biofertilizante não diferem entre si (Tukey, p<0,05).

nas plantas sem adubação. Nas plantas tratadas com bioestimulante, a produtividade total sem adubação (20,1 t ha⁻¹) foi estatisticamente igual a das plantas que receberam adubação mineral (25,6 t ha⁻¹), evidenciando o efeito da aplicação do bioestimulante em condições de cultivo em solo de baixa fertilidade. A composição do bioestimulante comercial com 25% de aminoácido e 4,0% de N contribuiu de maneira positiva na produção das plantas provavelmente devido ao aumento de prolina nos tecidos vegetais (Qiu *et al.*, 2020), possibilitando crescimento e ótimas características produtivas da batata-doce mesmo em ambientes com limitação de fertilidade do solo, como observado nos valores de produtividade total sem (20,1 t ha⁻¹) e com adubação mineral (25,6 t ha⁻¹).

Os valores obtidos para produtividade comercial, exceto para os tratamentos sem adubação e sem bioestimulantes, superaram a média obtida para a cultura no país (14,5 t ha⁻¹) e com adubação, seja química ou mineral, com ou sem bioestimulantes, superaram a média da região Centro-Oeste (20,3 t ha⁻¹), que, apesar de não ser a maior região produtora de batata-doce, é a que apresenta a maior produção por área. No Maranhão, o rendimento da cultura é de 2,7 t ha⁻¹, indicando que nos tratamentos apenas com a aplicação de bioestimulante, o rendimento obtido superou em 485,2%. A massa total das raízes aptas a comercialização, independentemente da aplicação de fertilizantes, superou a média nacional em 13,8% (IBGE, 2022).

Os registros referentes a elevação das características produtivas e de qualidade da batata-doce nos tratamentos com insumo orgânico estão relacionados a qualidade do adubo, que melhoram os atributos biológicos, químicos e físicos do solo (Lishan; Alemu, 2024). Para Nunes *et al.* (2020), o efeito positivo, provavelmente, é devido ao fornecimento de elementos essenciais presentes no esterco, como o N, P, K, Ca, Mg, S, relação C/N e teor de matéria orgânica com valores de 1,94, 0,22, 1,68, 0,70, 0,32, 0,25%, 13,9/1 e 467,8 g kg⁻¹, respectivamente, principalmente pela baixa disponibilidade de fósforo em solo do Cerrado (Tabela 1). Adicionalmente, o fornecimento deste insumo eleva o teor de matéria orgânica do solo, que tem papel fundamental na diversidade de microrganismo, na estabilidade e estrutura dos agregados do solo, na porosidade e na capacidade de retenção de água (Garcia *et al.*, 2017), favorecendo o crescimento e as características produtivas da batata-doce.

A utilização desse insumo é uma tendência mundial, tendo em vista que a produção pautada na sustentabilidade e no aproveitamento dos recursos existentes na propriedade rural melhoraram a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo, produzindo de forma a atender os interesses sociais, ecológicos e econômicos (Lishan; Alemu, 2024). Adicionalmente, é necessário considerar que a utilização excessiva de fertilizante sintéticos pode causar impactos ambientais, levando os produtores a substituírem os fertilizantes minerais pelos orgânicos (Wang *et al.*, 2018; Fangueiro *et al.*, 2021).

Diante do exposto, constata-se que a pesquisa científica é uma ferramenta fundamental no processo de ensino-aprendizagem dos acadêmicos do curso de Engenharia Agrônoma, porque possibilita o desenvolvimento de características importantes na atuação profissional, como: a) trabalhar em equipe; b) comunicação e liderança; c) capacidade de resolver os problemas observados no campo; d) capacidade de tomar decisões; e e) capacidade de adaptação a realidade local, além de desenvolver outros atributos interpessoais e intrapessoais, que são fundamentais durante a atuação profissional (Kitamura; Irias, 2002).

Além do mais, através da pesquisa científica, o discente consegue fazer uma associação prática dos diferentes temas teóricos trabalhados nas disciplinas do curso aplicando durante a condução das atividades experimentais. Essa ferramenta também estimula a participação dos discentes em eventos científicos para apresentação e divulgação dos resultados obtidos, além da

possibilidade de publicação dos resultados gerados. Portanto, auxilia durante o processo de formação dos futuros profissionais para que exerçam a profissão de forma responsável e ética.

Ademais, é necessário considerar que a inserção da comunidade acadêmica em estabelecimentos agropecuários para a realização de pesquisa de iniciação científica favorece a difusão das informações para os agricultores. Os experimentos servem como vitrines para que o agricultor visualizem *in loco* os resultados das aplicação dos tratamentos, beneficiando ambas as partes, e favorecendo o desenvolvimento dos setores produtivos da sociedade, principalmente em locais ou estados que a assistência técnica precisa ser fortalecida, pois os plantios, geralmente, são pouco tecnificados, podendo provocar irreparáveis danos à natureza, redução da produção e conseqüentemente, diminuição na geração de renda e qualidade de vida dos produtores. Dessa forma, essa ação interdisciplinar e integrada, contribui para a formação qualificada de recursos humanos e beneficia os agricultores familiares locais.

CONCLUSÕES

A utilização conjunta de esterco bovino e bioestimulante promove incrementos na produtividade total (40,7 t ha⁻¹) e comercial (36,1 t ha⁻¹) da batata-doce.

A aplicação do bioestimulante nas plantas fertilizadas com adubos sintéticos reduz o potencial de produção da cultura.

A iniciação científica é uma ferramenta fundamental durante o processo de ensino-aprendizagem dos discentes do curso de Engenharia Agrônômica.

REFERÊNCIAS

ALAM, Z. *et al.* Yield performance and trait correlation of BARI released Sweet potato varieties studied under several districts of Bangladesh. **Heliyon**, v. 9, e18203, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18203>. Acesso em: 13 dez. 2023.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 12 dez. 2023.

CEAGESP. Centro de Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento. **Cartilha técnica: a medida das hortaliças**. São Paulo, 2017. 16 p.

ESTEVES, C. *et al.* Partial replacement of chemical fertilizers with animal manures in an apple orchard: Effects on crop performance and soil fertility. **Scientia Horticulturae**, v. 322, 112426, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112426>. Acesso em: 12 dez. 2023.

FANGUEIRO, D.; ALVARENGA, P.; FRAGOSO, R. Horticulture and orchards as new markets for manure valorisation with less environmental impacts. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1-31, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13031436>. Acesso em: 14 dez. 2023.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>. Acesso em: 12 dez. 2023.

FONTES, L. A. X.; POLETO, S. S. A importância da pesquisa científica no processo de formação superior. **Revista da FAESF**, v. 2, n. 2, p. 85-93, 2018. Disponível em: <https://www.faesfpi.com.br/revista/index.php/faesf/article/viewFile/48/46>. Acesso em: 12 dez. 2023.

GARCIA, C. *et al.* Organic amendments for soil restoration in arid and semiarid areas: a review. **AIMS Environmental Science**, v. 4, n. 5, p. 640-676, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3934/environsci.2017.5.640>. Acesso em: 15 dez. 2023.

HAYATI, N; SABARUDDIN; E.; ANHAR, A. Morphological characteristics and yields of several Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) tubers. **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, v. 425, 012055, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012055>. Acesso em: 13 dez. 2023.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Lavouras Temporárias 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 12 dez. 2023.

KITAMURA, P. C.; IRIAS, L. J. M. O profissional de pesquisa & desenvolvimento rural para os novos tempos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 1, p. 119-134, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2002.v19.8798>. Acesso em: 15 dez. 2023.

LEE, H. J. *et al.* Exogenously applied glutamic acid confers improved yield through increased photosynthesis efficiency and antioxidant defense system under chilling stress condition in *Solanum lycopersicum* L. cv. Dotaerang Dia. **Scientia Horticulturae**, v. 277, 109817, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109817>. Acesso em: 12 dez. 2023.

LISHAN, T.; ALEMU, F. Elucidating sole application of farmyard manure and blended NPSB fertilizer effects on soil properties at Bench Shako and West Omo zone, South West Ethiopia. **Heliyon**, v. 10, e22908, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22908>. Acesso em: 12 dez. 2023.

LOPES, M. J. P.; SOUSA JÚNIOR, D. L. de. Iniciação científica: uma análise de sua contribuição na formação acadêmica. **Revista CESUMAR**, v. 23, n. 1, p. 133-148, 2018. Disponível em: [<http://dx.doi.org/10.17765/1516-2664.2018v23n1p133-148>] Acesso em: 12 dez. 2023.

NUNES, J. C. *et al.* Effect of combined organic and inorganic fertilizer application on soil attributes, yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 4, 252-273, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5296/jas.v8i4.17217> Acesso em: 12 dez. 2023.

PHILIPPE, F. *et al.* Involvement of *Medicago truncatula* glutamate receptor-like channels in nitric oxide production under short-term water deficit stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 236,

p. 1-6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.02.010>. Acesso em: 13 dez. 2023.

QIU, X.-M. *et al.* Signaling role of glutamate in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, 1743, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01743> Acesso em: 12 dez. 2023.

RENGEL, Z.; CAKMAK, I.; WHITE, P. J. **Marschner's Mineral Nutrition of Plants**. 4.ed. London: Elsevier, 2022. 816p.

RÖDER, C. *et al.* Uso de biofertilizante na produção de mudas de repolho. **Revista Ceres**, v. 62, n. 5, p. 502-505, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201562050012>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SILVA, G. O. da *et al.* Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz. **Revista Ceres**, v. 62, n. 4, p. 379-383, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562040007>. Acesso em: 14 dez. 2023.

SILVA, G. O. da *et al.* **Rendimento de raiz de cultivares de batata-doce em Canoinhas-SC**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2021. 13p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223581/1/Boletim-de-Pesquisa-e-Desenvolvimento-220.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2023.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.

TRIPATHI, A. *et al.* Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge and future prospects. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 216, p. 356-373, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.034>. Acesso em: 12 dez. 2023.

WANG, Y. *et al.* What could promote farmers to replace chemical fertilizers with organic fertilizers?. **Journal of Cleaner Production**, v. 199, p. 882-890, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.222>. Acesso em: 14 dez. 2023.

Submetido em: dezembro de 2023.

Aprovado em: janeiro de 2024.