



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Cultivo de *Helianthus tuberosus* L. em solo sob degradação do semiárido em função de fontes de adubação orgânicas e minerais

JOSÉ ROBERTO ALVES DA COSTA

Recife, PE
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Cultivo de *Helianthus tuberosus* L. em solo sob degradação do semiárido em função de fontes de adubação orgânicas e minerais

JOSÉ ROBERTO ALVES DA COSTA

ALUNO: JOSÉ ROBERTO ALVES DA COSTA

CURSO: AGRONOMIA

PROGRAMA: PIBIC PIC PIBIC-EM

ORIENTADORA: MARIA BETÂNIA GALVÃO DOS SANTOS FREIRE

DEPARTAMENTO/UNIDADE ACADÊMICA: AGRONOMIA/ SEDE RECIFE

RELATÓRIO: PARCIAL FINAL

Recife, PE
2023

RESUMO

A pesquisa enfoca a importância da seleção de espécies alternativas para o cultivo no semiárido, como o Jerusalém batateiro (*Helianthus tuberosus* L.), devido ao seu potencial na produção de tubérculos ricos em inulina, um carboidrato benéfico para pessoas com diabetes. A otimização do desenvolvimento e da produtividade desta planta requer a escolha de solos com níveis adequados de fertilidade. Dado que os solos do semiárido muitas vezes carecem de nutrientes, a pesquisa explora a combinação de adubos orgânicos, como húmus, esterco bovino, avícola e caprino/ovino, com adubação química como uma estratégia para aprimorar a produtividade agrícola, melhorar a qualidade do solo e reduzir os impactos ambientais. O estudo teve como objetivo avaliar o potencial de cultivo de *Helianthus tuberosus* L. em solos do semiárido de Pernambuco e investigar o efeito da adubação mineral e orgânica na capacidade produtiva do solo. O experimento foi realizado em campo no Instituto Agronômico de Pernambuco, localizado em Caruaru (PE). Diferentes tratamentos de adubação foram testados: T 1 – sem adubação; T 2 – adubação mineral (NPK); T 3 – composto orgânico; T 4 – esterco caprino; e T 5 – 50% composto orgânico e 50% esterco caprino. As variáveis produtivas avaliadas incluíram a quantidade e o rendimento de tubérculos. Todos os tratamentos de adubação resultaram em aumento do número de folhas e do rendimento de tubérculos, com o tratamento NPK e compostagem apresentando o aumento mais significativo. O rendimento de tubérculos por planta foi especialmente elevado nos tratamentos com NPK e compostagem, diferenciando-se dos demais tratamentos. Foi observado que a planta sofre redução no número de folhas, na área foliar, na altura e no diâmetro do caule em condições de deficiência nutricional, particularmente de nitrogênio, fósforo e potássio, o que impacta negativamente na produção de tubérculos. Portanto, a fertilização de *Helianthus tuberosus* L. é crucial, e todos os tratamentos testados, especialmente o uso de NPK e compostagem, são recomendados para alcançar níveis mais elevados de produtividade.

Palavras-chave: glicófitas; adubação organomineral; produção agrícola; esterco caprino; compostagem.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVO GERAL.....	6
2.1. Objetivos Específico.....	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
3.1 Área experimental.....	6
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	6
3.3 Instalação e condução do experimento	8
3.4 Coleta e avaliação do solo	11
3.5 Fonte de Irrigação.....	11
3.6 Análises estatísticas	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
6. REFERÊNCIAS	15

1. INTRODUÇÃO

O Jerusalem batateiro (*Helianthus tuberosus* L.) tem suas raízes na América do Norte, sendo possivelmente uma das culturas mais antigas no hemisfério Norte, como indicado por Bourne em 1906 e Kays e Nottingham em 2008. Graças à sua notável adaptabilidade ecológica, esta planta agora está amplamente distribuída em todo o mundo, com cultivos nos Estados Unidos, Canadá, Europa e Ásia, em diversas condições climáticas e tipos de solo.

A Jerusalem batateiro é uma cultura de grande valor econômico e oferece benefícios significativos para a saúde humana, conforme evidenciado por Gupta e Chaturvedi em 2020. Além disso, é reconhecida como uma fonte vital de inulina para a produção industrial de alimentos, como documentado por Yang *et al.* em 2015. Ela também desempenha um papel importante na alimentação animal, como mencionado por Kpungsted *et al.* em 2013, na produção de biocombustíveis, conforme discutido por Bhagia *et al.* em 2017 e Rossini *et al.* em 2019, e na fitorremediação de solos contaminados por metais, como indicado por Willscher *et al.* em 2017 e Antonkiewicz *et al.* em 2018.

No entanto, é essencial notar que as plantas requerem condições ideais para atingir seu máximo potencial produtivo. Fatores relacionados ao solo e ao clima podem prejudicar as plantações, caso não sejam favoráveis ao desenvolvimento das plantas, como mencionado por Acosta-motos *et al.* em 2017.

O Semiárido Brasileiro sofre com chuvas irregulares, estiagem e seca devido à escassez de recursos hídricos. A Caatinga, cobrindo a maior parte da região, é sensível a interferências humanas e mudanças climáticas. Além disso, o déficit hídrico resulta de chuvas irregulares e elevada evaporação. Adaptar-se ao clima é fundamental, não para eliminar a seca, mas para conviver de forma inteligente com as condições naturais, respeitando os ecossistemas, conforme mencionado por Conti em 2014.

Foi identificado que o melhor desenvolvimento do Jerusalem batateiro e, conseqüentemente, maiores rendimentos, ocorrem quando cultivado em solos com níveis adequados de fertilidade. Essa fertilidade pode ser aprimorada com o uso de compostos orgânicos, como húmus, esterco bovino, avícola e caprino/ovino, juntamente com adubação mineral, como sugerido por Awad e Ahmed em 2019. A combinação dessas fontes orgânicas e minerais pode ser uma alternativa eficaz para fornecer os nutrientes necessários, melhorar a qualidade do solo e reduzir os impactos ambientais na agricultura.

Uma alternativa ambientalmente sustentável é a utilização de adubos orgânicos,

com a agricultura orgânica sendo reconhecida por melhorar a fertilidade do solo, permitindo o crescimento sustentável das culturas e diminuindo os riscos de degradação, como compactação, perda de fertilidade e erosão. Dado o impacto ambiental negativo e o custo elevado dos fertilizantes minerais, essas alternativas são valiosas, especialmente para os pequenos e médios agricultores, como destacado por Awad e Ahmed em 2019.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a potencialidade do cultivo de *Helianthus tuberosus* L. em solo degradado do semiárido de Pernambuco.

2.1. Objetivos Específico

- Monitorar variáveis de crescimento de *Helianthus tuberosus* L. (Jerusalém batateiro) em solo sob degradação no semiárido de Pernambuco;
- Observar a influência da adubação mineral e orgânica no comportamento morfológico e nos atributos químicos do solo sob cultivo de Jerusalém batateiro.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O estudo foi realizado em campo, na Estação Experimental José Nilson de Melo, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), situada no município de Caruaru, Agreste de Pernambuco, Brasil. As coordenadas geográficas são 08°14'18,2" S e 35°54'57,1" W.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

No experimento de campo, os tratamentos foram alocados aleatoriamente em blocos, cada um com 4 repetições. Os tratamentos de adubação incluíram: T1 - Sem adubação; T2 - Adubação mineral; T3 - Composto orgânico; T4 - Esterco caprino; e T5 - Combinação de 50% de composto orgânico e 50% de esterco caprino, como ilustrado na Figura 1.

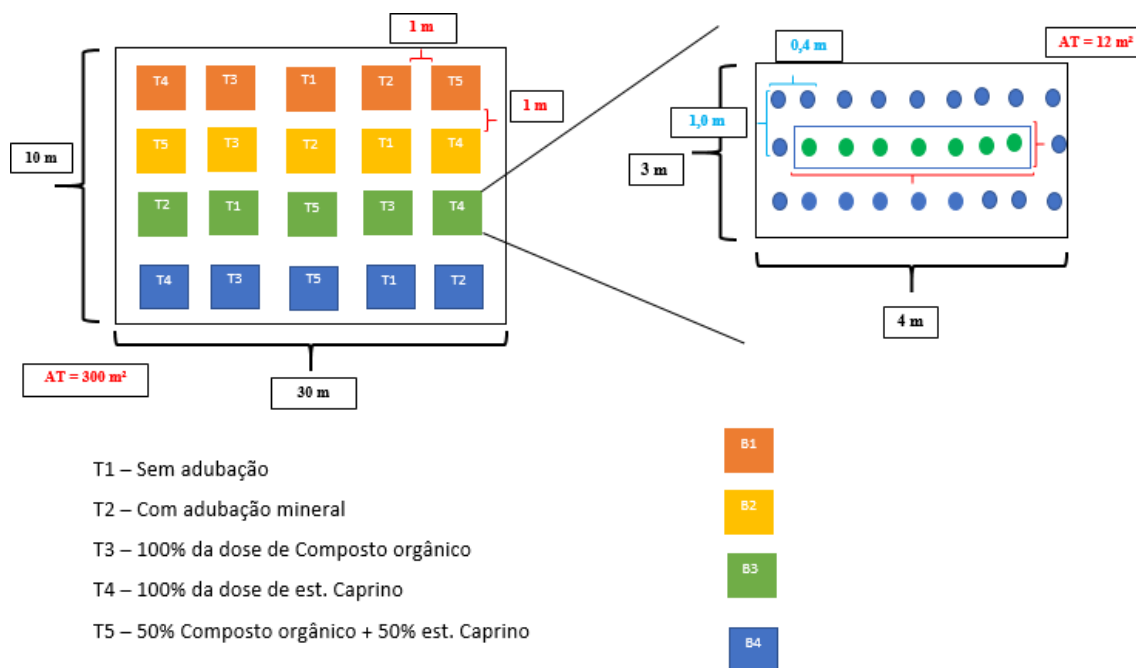


Figura 1. Esquema da distribuição dos blocos casualizados com 4 croqui.

A recomendação de adubação seguiu o protocolo de Aquino *et al.* (1993) com base na análise de solo da área da Estação Experimental de Caruaru - IPA e as diretrizes do boletim da cultura, que indicaram a necessidade de 20-30-70 no momento do plantio. O solo da área do experimento é classificado como Neossolo Regolítico (Silva *et al.*, 2016), com textura argilo-arenosa, e possui características químicas (Tabelas 1 e 2) e físicas (Tabela 3) na camada de 0 a 30 cm. De acordo com as recomendações de Awad & Ahmed (2019), foram aplicadas 12 toneladas por hectare, tanto de adubação mineral quanto orgânica, em covas, com uma quantidade de 600g por cova.

Tabela 1 . Características químicas do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos, Caruaru-PE.

¹ Ph	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	² CTC	³ V	⁴ PST
H ₂ O	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹							%	%
7,02	18,52	0,504	0,436	11,46	0,906	0,0	0,2	13,506	98,52	3,23

¹Potencial hidrogeniônico; ²Capacidade de Troca de Cátions; ³Saturação por Bases; ⁴Porcentagem de Sódio Trocável

Tabela 2. Valores de pH, condutividade elétrica (CE), cátions e ânions solúveis, Caruaru-PE.

¹ Ph	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻
	dS m ⁻¹	mmolc L ⁻¹				
7,29	1,145	0,952	1,58	9,68	4,10	7,50

¹Potencial hidrogeniônico

Tabela 3. Caracterização dos atributos físicos do solo, granulometria (Areia, silte e argila), densidade partícula (Dp), densidade do solo (Ds) e porosidade total (PT), antes da aplicação dos tratamentos, Caruaru-PE.

Areia	Silte	Argila	Dp	Ds	PT
	g kg ⁻¹		kg dm ⁻³	g cm ⁻³	cm cm ⁻³
685	265	50	2,48	1,21	0,319

3.3 Instalação e condução do experimento

Primeiro, foram preparados canteiros na área escolhida após a remoção da vegetação espontânea por meio de aração, com nivelamento do solo para marcar os canteiros, conforme mostrado na Figura 2. Em seguida, a adubação com as fontes foi aplicada individualmente em covas, conforme ilustrado na Figura 3. Os tubérculos de Jerusalém batateiro foram diretamente plantados nos canteiros. Após o plantio, um sistema de irrigação de uso emergencial foi instalado para enfrentar eventuais períodos de estiagem prolongada e garantir a continuidade do experimento.



Figura 2. Demarcação dos canteiros.



Figura 3. Adubação via covas.

A densidade de plantas recomendada era de 50,000 plantas/ha, com um espaçamento de 0,8 m x 0,25 m. No entanto, neste estudo, o espaçamento utilizado foi de 1m x 0,4 m, resultando em uma densidade de plantas em torno de 25,000 plantas/ha, o que equivale a metade da recomendação. Portanto, foram feitos ajustes nas doses de acordo com essa densidade de plantas (Aquino *et al.*, 1993).

As plantas foram monitoradas quanto à altura e ao número de folhas para avaliar seu crescimento. Após 120 dias do plantio, as plantas foram colhidas e divididas em parte

aérea (folhas e galhos) e raízes com tubérculos, sendo pesadas para obter a matéria fresca de cada componente. A colheita dos tubérculos ocorreu no final do ciclo da cultura. Com base nesses dados, o rendimento dos tubérculos por planta (g planta^{-1}) foi calculado, estimando-se o rendimento por área (kg ha^{-1}) e determinando a porcentagem total de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$).

No término do experimento, foram coletadas amostras de solo de cada unidade experimental. Essas amostras passaram por processo de secagem e peneiramento em peneira de 2 mm (TFSA) e, em seguida, foram submetidas à análise dos elementos solúveis, com a preparação da pasta saturada. No extrato da pasta saturada, foram medidos a condutividade elétrica (CE a 25°C) e o pH, além da determinação de cátions solúveis, como Ca^{2+} e Mg^{2+} , Na^{+} e K^{+} , e ânions como Cl^{-} e SO_4^{2-} . Também foi realizado o teste de pH em água (1:2,5) e a determinação dos cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} e K^{+}), extraídos com acetato de amônio 1 mol L^{-1} a pH 7,0. A capacidade de troca de cátions (CTC) foi determinada pelo método do acetato de sódio/acetato de amônio. Com base nos resultados dessas análises, a porcentagem de sódio trocável (PST) foi calculada (USSS Staff, 1954).

A caracterização química da compostagem e do esterco caprino está mostrada na tabela 4, enquanto as fontes minerais utilizadas foram:

- Sulfato de amônio (SA) 18% N
- Superfosfato simples (SS) 18% P
- Cloreto de potássio (KCl) 58% de K

Tabela 4. Caracterização química da compostagem e esterco caprino aplicados no solocultivado com Jerusalém batateiro, Caruaru-PE.

Fontes	Caracterização Química (g kg^{-1})								
	N	P	K	Na	Ca	Mg	¹ M.O	Cinzas	² M.S
Compostagem	0,125	9,54	11,05	8,04	23,34	12,61	2,55	7,45	4,31
Esterco Caprino	0,259	5,43	8,74	5,07	30,15	7,26	6,88	3,12	3,1

¹Matéria Orgânica; ²Matéria Seca

3.4 Coleta e avaliação do solo

No encerramento do experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade. Após a coleta, as amostras de solo foram deixadas para secar naturalmente à sombra e ao ar. Em seguida, o solo foi peneirado através de uma malha de 2 mm (TFSA). Essas amostras de solo passaram por uma análise química, seguindo os métodos estabelecidos pela Embrapa em 2017 e Freire et al. em 2016.

3.5 Fonte de Irrigação

A água necessária para o crescimento das plantas foi fornecida pela precipitação durante a estação chuvosa local. A figura 4 mostra a precipitação mensal nos meses em que o experimento foi conduzido. Foi implementado um sistema de irrigação por gotejamento, que foi utilizado apenas em situações de emergência, quando ocorria estiagem, com o propósito de manter o experimento e o desenvolvimento das plantas. No entanto, o objetivo inicial era cultivar as plantas em condições de sequeiro, sem irrigação. O sistema de irrigação era acionado somente durante os períodos de ausência de chuva e não era utilizado diariamente.

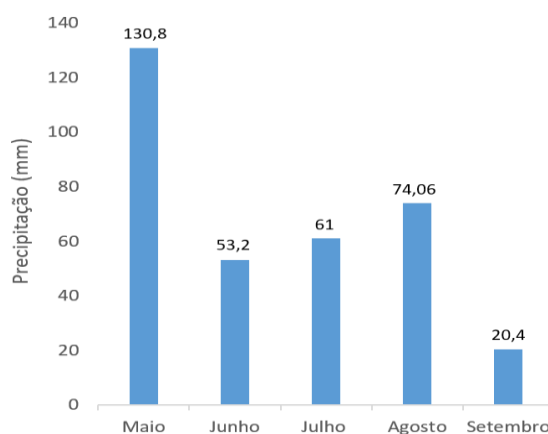


Figura 4. Precipitação mensal durante o período de condução do experimento, Caruaru-PE

3.6 Análises estatísticas

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Quando verificado efeito significativo, os resultados obtidos foram submetidos ao teste de comparação de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH e a condutividade elétrica da solução do solo são indicadores rápidos que revelam o grau de acidez ou alcalinidade e a concentração de sais presentes no solo, respectivamente. A avaliação dos valores de pH na solução do solo revelou que o tratamento com fertilizante mineral criou condições de acidez no solo (Tabela 5). Isso se deve, em parte, ao fato de alguns fertilizantes minerais, especialmente aqueles que contêm nitrogênio na forma amoniacal, terem efeitos acidificantes. A absorção de amônio pelas plantas pode resultar em uma reação ácida, assim como a transformação do amônio em nitrogênio nítrico por micro-organismos do solo, pois ambos os processos liberam prótons.

Os fertilizantes minerais introduzem nutrientes e sais no solo, como evidenciado pelo aumento da condutividade elétrica (CE) no solo sob a aplicação do fertilizante mineral. Esses íons conferem ao solo uma maior condutividade elétrica, conforme demonstrado na Tabela 6, que compara o tratamento sem adubação com o tratamento com fertilizante mineral, bem como com o uso de resíduos orgânicos testados.

Embora a percentagem de sódio trocável (PST) tenha sido alta no tratamento com NPK em comparação com os outros tratamentos (Tabela 5), o solo não se qualifica como salino-sódico, uma vez que a CE não ultrapassou 4 dS/m e a PST não atingiu 15%, e o pH não atingiu 8,5. No entanto, o resultado das plantas para esse tratamento foi significativo, uma vez que os fertilizantes inorgânicos podem ser absorvidos quase que instantaneamente pelas plantas.

Tabela 5. Valores de pH, teores de cátions trocáveis, CTC e PST no solo cultivado com Jerusalém batateiro sob aplicação de diferentes fontes de adubação, Caruaru-PE.

Tratamentos	Cátions trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)						
	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	CTC ¹	PST ² (%)
Controle	7,51a	0,470c	21,19a	0,956bc	0,365c	22,98a	1,61b
NPK	6,26b	0,843bc	3,44d	0,255c	0,822abc	5,36c	14,48a
Compostagem	7,47a	1,333a	12,38c	1,556bc	1,433a	16,70b	8,66ab
Esterco Caprino	7,31a	0,527c	18,91ab	5,116a	0,434bc	24,98a	1,73b
Compostagem (50%) + Esterco Caprino (50%)	7,47a	1,295ab	17,73b	3,975ab	1,202ab	24,20a	4,97b

Os valores são médias das plantas da área útil. Nas colunas, os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 % de probabilidade. ¹Capacidade de Troca de Cátions; ²Porcentagem de Sódio Trocável

Tabela 6. Valores de pH, condutividade elétrica (CE), cátions e ânions solúveis no solo cultivado com Jerusalém batateiro sob aplicação de diferentes fontes de adubação, Caruaru-PE.

Tratamentos	Elementos solúveis (mmol _c L ⁻¹)						
	pH	CE (dS m ⁻¹)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻
Controle	7,36bc	0,911c	0,590b	4,17b	2,35b	1,00a	3,75a
NPK	6,93c	3,804a	4,00a	20,20a	9,33a	3,36a	5,62a
Compostagem	7,55bc	1,674bc	3,17ab	11,60ab	5,15ab	3,74a	5,7a
Esterco Caprino	8,14ab	1,454bc	0,755ab	12,06ab	10,12a	1,24a	6,25a
Compostagem (50%) + Esterco Caprino (50%)	8,55a	2,157b	3,23ab	13,45ab	9,17a	3,93a	3,12a

Os valores são médias das plantas da área útil. Nas colunas, os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 % de probabilidade.

A capacidade de troca catiônica (CTC) é influenciada pelo cálcio (Ca^{2+}), como evidenciado na tabela. Nota-se que o fertilizante NPK leva à redução do cálcio, provocando uma diminuição na CTC. Isso ocorre porque os cátions com maior densidade de carga são retidos de forma mais eficaz no solo, e os cátions polivalentes são geralmente mais fortemente retidos no solo. A aplicação de esterco caprino resultou em um aumento na capacidade de troca catiônica (Tabela 5), o que pode ser explicado pela ausência de alumínio (Al^{3+}) e baixa concentração de hidrogênio + alumínio ($\text{H}^+ \text{Al}^{3+}$) no solo deste estudo (Tabela 1). O esterco é um componente significativo do substrato, principalmente por aumentar o teor de CTC (Artur *et al.*, 2007). O nitrogênio também interage com o potássio. A absorção de NO_3^- pelas plantas estimula a absorção de cátions, enquanto a absorção de NH_4^+ pode restringir a absorção de cátions como o Ca^{2+} . As transformações no solo são realizadas e mediadas por microrganismos.

O Jerusalém batateiro demonstrou uma resposta limitada ao número de folhas com a adubação de esterco caprino. Apresentou baixas concentrações de K^+ e Cl^- em comparação com os outros tratamentos, além de um pH elevado, conforme observado na Tabela 7. Isso pode resultar na indisponibilidade de nutrientes e dificultar a absorção pela planta. A produção de tubérculos e sólidos solúveis (Brix^o) não variou significativamente com os diferentes tipos de fertilizantes (Tabela 7). O rendimento de tubérculos (g planta⁻¹) foi mais elevado no tratamento com NPK e Compostagem, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Em condições de deficiência nutricional, especialmente de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), a planta pode ter uma redução no número de folhas e na área foliar. Quando há sensibilidade à baixa concentração de N, isso também pode resultar na redução da altura e do diâmetro do caule (Prado; Leal, 2006; Ivanoff *et al.*, 2010). A fonte mineral NPK proporcionou maior rendimento, uma vez que o nitrogênio é essencial para o crescimento e desenvolvimento de raízes, caules e folhas, sendo recomendado para estimular a brotação e a expansão foliar. O fósforo desempenha um papel fundamental na síntese de clorofila, enquanto o potássio contribui para a formação de tubérculos.

Tabela 7. Número de folhas (NF), altura da planta, rendimento de tubérculos por planta e por área, e teor de sólidos solúveis (Brix°) de plantas de Jerusalém batateiro sob aplicação de diferentes fontes de adubação, Caruaru_PE

Tratamentos	NF	Altura (cm)	Rendimento de tubérculo		
			g planta ⁻¹	¹ kg ha ⁻¹	Brix°
Controle	101,56b	75,43a	492,18b	12304,68	17 ^a
NPK	148,68a	68,62a	782,18a	19554,68	17,37 ^a
Compostagem	119,10ab	76,43a	758,43a	18960,93	16,12 ^a
Esterco Caprino	104,25b	65,06a	589,68b	14742,18	14,75 ^a
Compostagem (50%) + Esterco Caprino (50%)	122,87ab	71,62a	659,68ab	16492,18	14,37 ^a

Os valores são médias das plantas da área útil. Nas colunas, os valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05% de probabilidade. ¹O rendimento da cultura por área (kg ha⁻¹) foi calculado com base em uma densidade de plantio de 25.000 plantas por hectare.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento com fertilizante mineral resultou em condições de acidez no solo devido aos efeitos acidificantes de fertilizantes com nitrogênio amoniacal.

Os fertilizantes minerais aumentaram a condutividade elétrica do solo, introduzindo nutrientes e sais. Embora o tratamento com NPK tenha apresentado alta porcentagem de sódio trocável, o solo não se tornou salino-sódico, sendo adequado para o crescimento das plantas.

A aplicação de esterco caprino aumentou a capacidade de troca catiônica do solo, tornando-o mais propício para o cultivo.

A interação entre nitrogênio e potássio afetou a absorção de nutrientes pelas plantas.

O Jerusalém batateiro não respondeu significativamente à adubação com esterco caprino, apresentando desafios relacionados à disponibilidade de nutrientes.

O rendimento de tubérculos foi maior com o uso de NPK e compostagem, destacando a importância desses nutrientes para o desenvolvimento das plantas.

6. REFERÊNCIAS

ACOSTA-MOTOS, J. R.; ORTUÑO, M. F.; BERNAL-VICENTE, A. DIAZ VIVANCOS, P.; SANCHEZ-BLANCO, M. J.; HERNANDEZ, J. A. Plant responses

- tosalt stress: Adaptive mechanisms. **Agronomy**, [s.l.], v. 7, n. 18, p. 1-38, 2017.
- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227p.
- Análise de solos**. 3 ed., Brasília: Embrapa Solos, 2017. 573p.
- ANTONKIEWICZ, J.; KOŁODZIEJ, B.; BIELIŃSKA, E. J.; WITKOWICZ, R.; TABOR, S. Using Jerusalem Artichoke to Extract Heavy Metals from Municipal Sewage Sludge Amended Soil. **Polish Journal of Environmental Studies**, Poland, v. 27, n. 2, p. 513-527, 2018.
- AQUINO, A. B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. 248 p.
- AQUINO, L. A.; SILVA, F. D. B.; BERGER, P. G. Características agronômicas e o estado nutricional de cultivares de girassol irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 551-557, 2013.
- AWAD, A.; AHMED, H. Response of Jerusalem Artichoke plants grown under saline calcareous soil to application of different combined organic manures. Egypt. J. **Soil Sci.**, v. 59, n. 2, p. 117-130, 2019.
- BHAGIA, S.; AKINOSHO, H.; FERREIRA, J.; RAGAUSKAS, A. Biofuel production from Jerusalem artichoke tuber inulins: a review. **Biofuel Research Journal**, Saint John, v. 4, n. 2, p. 587-599, 2017.
- BOURNE, A. T. **The Voyages and Explorations of Samuel de Champlain (1604–1616)**. A. S. Barnes Co., New York, 1906. 308p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises** (2017).
- FAQUIN, V. **NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS**. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” a Distância: Solos e Meio Ambiente, Universidade Federal de Lavras, 2005.
- FONSECA, V. A.; SANTOS, M. R.; SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, C. S.; BRITO, C. F. B. Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency on *Opuntia ficus-indica* irrigated with saline water. **Acta Scientiarum-Agronomy**, Maringá, v. 41, p. e42631, 2019.
- FREIRE, M. B. G. S.; PESSOA, L. G. M.; GHEYI, H. R. **Métodos de análises químicas para solos afetados por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (ed). **manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. INCTSal: Fortaleza, 2016. Cap. 10, p.123-148.
- GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological,

biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, United States, v. 2014, n. 1, p. 1-19, 2014.

GUPTA, D.; CHATURVEDI, N. Prebiotic Potential of underutilized Jerusalem artichoke in Human Health: A Comprehensive Review. **International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology**, Mexico City, v. 5, n. 1, p. 97-103, 2020. HUSSAIN, M. I.; MUSCOLO, A.; FAROOQ, M.; AHMAD, W. Sustainable use and management of non-conventional water resources for rehabilitation of marginal lands in arid and semiarid environments. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 221, s/n, p. 462-476, 2019.

KAYS, S. J., NOTTINGHAM, S. F. 2008. **Biology and chemistry of the Jerusalem Artichoke: Helianthus tuberosus L.** Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, 2008. 498p. KONGSTED, A. G.; HORSTED, K.; HERMANSEN, J. E. Free-range pigs foraging on Jerusalem artichokes (*Helianthus tuberosus L.*) - Effect of feeding strategy on growth, feed conversion and animal behaviour. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science**, England, v. 63, n. 2, p. 76-83, 2013.

L.; HE, Q. S.; CORSCADDEN, K.; UDENIGWE, C. C. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. **Biotechnology Reports**, Netherlands, v. 5, s/n, p. 77-88, 2015.

Químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.191-234.

ROSSINI, F.; PROVENZANO, M. E.; KUZMANOVIĆ, L.; RUGGERI, R. Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus L.*): A Versatile and Sustainable Crop for Renewable Energy Production in Europe. **Agronomy**, [s.l.], v. 9, n. 9, p. 528, 2019.

SANTOS, M. R.; BRITO, C. F. B. Irrigação com água salina, opção agrícola consciente. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 7, n. 1, p. 33-41, 2016.

SILVA, S. S. Crescimento do girassol com níveis de reposição hídrica e potássica. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 10, n. 2, p. 104-110, 2014.

WILLSCHER, S.; JABLONSKI, L.; FONIA, Z.; RAHMI, R.; WITTIG, J. Phytoremediation experiments with *Helianthus tuberosus* under different pH and heavy metal soil concentrations. **Hydrometallurgy**, Netherlands, v. 168, s/n, p. 153-158, 2017.