

**Características agronômicas e produtivas de tomate cereja sob níveis de potássio
fornecidos via vinhaça e adubação mineral**

**Agronomic and productive characteristics of cherry tomatoes under potassium levels
supplied via vinasse and mineral fertilization**

**Características agronómicas y productivas de los tomates cherry bajo niveles de potasio
suministrados a través de vinaza y fertilización mineral**

Recebido: 05/06/2020 | Revisado: 20/06/2020 | Aceito: 29/07/2020 | Publicado: 19/09/2020

Patrícia Costa Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8894-1512>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: patricia.costa@ueg.br

Darlene de Matos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1310-0222>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: darlenematos99@gmail.com

Adriana Rodolfo Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0263-3309>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: adriana.costa@ueg.br

Ludiely dos Santos Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8718-4388>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: ludielydsf@gmail.com

Auriane Rísia Marques Garcia Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8852-1569>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: arisiang@gmail.com

Mariany Patrícia Borba Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6692-356X>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: m.borbamariany@hotmail.com

Daíza Freire da Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0446-7778>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: daiza.cunha99@gmail.com

Kássia de Paula Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1836-2881>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: kassiadepaulabarbosa@hotmail.com

Franciele de Freitas Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4171-4443>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: franciellefreittas@hotmail.com

Brenner Cabalheiro dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5071-1930>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: brennershego@hotmail.com

Resumo

A vinhaça é subproduto da produção de etanol que possui uma composição rica em nutrientes como o potássio. O objetivo deste estudo foi avaliar as características agronômicas e produtivas de cultivares de tomate cereja sob aplicação de níveis de potássio fornecidos via vinhaça e adubação mineral. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, sendo 5 níveis de vinhaça: N1 – 100% vinhaça; N2 - 80% vinhaça + 20% da adubação potássica via mineral; N3 - 60% vinhaça + 40% da adubação potássica via mineral; N4 - 40% vinhaça + 60% da adubação potássica via mineral; N5 - 20% vinhaça + 80% da adubação potássica via mineral, e os demais nutrientes foram fornecidos pela vinhaça + adubação mineral e 2 de cultivares de tomate cereja (Carolina e Isla-Pró) com 4 blocos totalizando 40 parcelas. Para análise estatística empregou-se regressão e teste de Tukey a 1 e 5% de significância. A variedade Isla Pró apresentou altura de plantas e diâmetro transversal de frutos de tomate cereja superiores. Já a variedade Carolina foi a que apresentou maior número de flores, cachos e frutos bem como, maior teor de sólidos solúveis totais, independentemente do nível de potássio fornecido via vinhaça. Níveis mais elevados de potássio fornecidos pela vinhaça promoveram maior valor no diâmetro transversal dos frutos e teor de sólidos solúveis totais.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; Carolina; Isla-pró; Biofertilizante líquido.

Abstract

To vinasse is a by-product of ethanol production that has a composition rich in nutrients such as potassium. The aim of this study was to evaluate the agronomic and productive characteristics of cherry tomato cultivars under application of potassium levels supplied via vinasse and mineral fertilization. The experimental design used was randomized blocks in a 5x2 factorial scheme, with 5 levels of vinasse: N1 - 100% vinasse; N2 - 80% vinasse + 20% potassium fertilization via mineral; N3 - 60% vinasse + 40% of potassium fertilization via mineral; N4 - 40% vinasse + 60% of potassium fertilization via mineral; N5 - 20% vinasse + 80% of potassium fertilization via mineral, and the other nutrients were provided by vinasse + mineral fertilization and 2 of cherry tomato cultivars (Carolina and Isla-Pró) with 4 blocks totaling 40 plots. For statistical analysis, regression and Tukey test at 1 and 5% significance were used. The Isla Pró variety had higher plant height and transverse diameter of cherry tomato fruits. The Carolina variety, on the other hand, had the highest number of flowers, clusters and fruits as well as the highest content of total soluble solids, regardless of the level of potassium supplied via vinasse. Higher levels of potassium provided by vinasse promoted a higher value in the transverse diameter of the fruits and content of total soluble solids.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; Carolina; Isla-pro; Liquid biofertilizer.

Resumen

La vinaza es un subproducto de la producción de etanol que tiene una composición rica en nutrientes como el potasio. El objetivo de este estudio fue evaluar las características agronómicas y productivas de los cultivares de tomate cherry bajo la aplicación de los niveles de potasio suministrados a través de la vinaza y la fertilización mineral. El diseño experimental utilizado fue bloques aleatorizados en un esquema factorial 5x2, con 5 niveles de vinaza: N1 - 100% vinaza; N2 - 80% de vinaza + 20% de fertilización de potasio a través de minerales; N3 - 60% de vinaza + 40% de fertilización de potasio a través de minerales; N4 - 40% de vinaza + 60% de fertilización de potasio a través de minerales; N5 - 20% de vinaza + 80% de fertilización de potasio a través de minerales, y los otros nutrientes fueron proporcionados por vinaza + fertilización mineral y 2 de cultivares de tomate cherry (Carolina e Isla-Pró) con 4 bloques con un total de 40 parcelas. Para el análisis estadístico, se utilizó la regresión y la prueba de Tukey a 1 y 5% de significación. La variedad Isla Pró tuvo mayor altura de planta y diámetro transversal de frutos de tomate cherry. La variedad Carolina, por

otro lado, tenía el mayor número de flores, racimos y frutas, así como el mayor contenido de sólidos solubles totales, independientemente del nivel de potasio suministrado a través de la vinaza. Los niveles más altos de potasio proporcionados por la vinaza promovieron un mayor valor en el diámetro transversal de las frutas y el contenido de sólidos solubles totales.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum*; Carolina; Isla-pro; Biofertilizante líquido.

1. Introdução

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é considerado uma espécie cosmopolita, levando-se em conta que é a segunda hortaliça de maior importância econômica no Brasil e, encontra-se em crescimento expressivo, principalmente o grupo cereja. Os tomates deste grupo merecem atenção especial pois, trata-se de um grupo que possui um excelente sabor devido ao alto teor de açúcar, baixa acidez (Maciel, Finzi, Carvalho, Marquez & Clemente, 2018), e pela atrativa cor vermelha intensa resultante do elevado teor de licopeno na casca.

Estas características conferem uma crescente demanda dos consumidores por frutos deste grupo e, conseqüentemente, têm gerado grande interesse por parte dos agricultores devido aos valores compensadores de mercado, por possibilitar mais lucro em menor prazo (Cunha et al., 2014), principalmente quando cultivados em ambiente protegido (Takahashi & Cardoso, 2015). O cultivo de tomate cereja em ambiente protegido encontra-se em expansão visando principalmente melhorias em termos de produtividade, qualidade e regularidade na produção (Reis, Azevedo, Albuquerque & Silva Junior, 2013).

Neste tipo de ambiente, o fornecimento de água às plantas é somente por meio da irrigação (Viol, Ferreira, Carvalho, Lima & Rezende, 2018), e a água, por ser um recurso natural não renovável, deve ser usada de forma racional. Desta forma, a adoção de técnicas de manejo de irrigação que possibilitem maior eficiência no uso da água com manutenção de níveis de produção satisfatórios é um objetivo a ser atingido pelos produtores (Cantore et al., 2016), associado a isto, tem-se o uso de biofertilizantes alternativos.

A aplicação líquida de biofertilizantes via solo tem sido uma alternativa promissora e eficaz como forma de adubação do tomateiro, principalmente aqueles oriundos de materiais orgânicos ricos em nitrogênio e potássio (Souza & Santos, 2004). Diversas pesquisas avaliam a aplicação de biofertilizantes líquidos provenientes de esterco bovino e suíno em diversas hortaliças (Lopes, Cardoso, Lucas, & Melo, 2017; Medeiros, Santos, Silva, Cunha & Pordeus, 2019). Porém, não há na literatura a utilização de vinhaça, resíduo da indústria

sucroenergética, como biofertilizante para a cultura do tomate e, em especial para o grupo cereja.

Neste contexto já foi constatado que o uso da vinhaça traz benefícios ao solo e às culturas, tanto do ponto de vista agrônomo, econômico, quanto social, além do mais, se trata de um resíduo rico em potássio. Bebé, Rolim, Pedrosa, Silva & Oliveira (2009) relataram as mudanças nas propriedades químicas e físicas do solo, como elevação do pH, aumento da disponibilidade de nutrientes principalmente de potássio, aumento da capacidade de troca catiônica e matéria orgânica com conseqüente incremento na produtividade.

Conforme Palaretti et al. (2015), o uso de diferentes doses de vinhaça no solo, como biofertilizante, culminou em uma elevação nos teores de nutrientes, o que possibilitou atingir uma produtividade do manjeriço sem diferenças significativas da obtida com a aplicação da adubação mineral. De maneira semelhante Silva (2017), também verificaram que as doses de vinhaça superiores a 50 m³ ha⁻¹, promoveram teores foliares de alguns nutrientes semelhantes àqueles obtidos com o fornecimento da adubação mineral, em três safras de cultivo do milho.

Assim, a utilização da vinhaça como fonte de potássio para a cultura do tomate grupo cereja poderá reduzir os gastos com fertilizantes minerais, e propiciar ótimo crescimento e desenvolvimento da cultura a fim de se obter alta produtividade, uma vez que os componentes morfológicos e vegetativos apresentam correlação com a produtividade. Além do mais, a aplicação de vinhaça nesta cultura poderá minimizar os efeitos adversos ao meio ambiente proporcionados pela liberação deste resíduo em locais inadequados. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar as características agrônomicas e produtivas de cultivares de tomate cereja sob aplicação de níveis de potássio fornecidos via vinhaça e adubação mineral em ambiente protegido.

2. Metodologia

Este trabalho refere-se à uma pesquisa experimental desenvolvida em condições de campo em ambiente protegido, utilizando-se o método quantitativo, seguindo as recomendações fundamentais para este tipo de pesquisa, conforme citaram Pereira et al. (2018). Segundo estes mesmos autores neste método ocorre a coleta de dados numéricos empregando-se medições de grandezas que originam conjunto de dados os quais, podem ser analisados por meio da análise estatística, que é uma das técnicas matemáticas.

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária Santa Helena de Goiás – GO, sob as coordenadas 17° 48' 49" S e 50°

35' 49" W e 595 metros de altitude. O clima do município, de acordo com classificação climática de Köppen, é Aw (Alvares, Stape, Sentelhas, Gonçalves & Sparovek, 2013).

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 5x2, sendo 5 níveis de vinhaça visando fornecer de potássio em combinação com adubação mineral e 2 de cultivares de tomate cereja (Carolina e Isla-Pró) com 4 blocos totalizando 40 parcelas. Os níveis de potássio fornecidos via adubação mineral e vinhaça encontram-se abaixo:

N1: 100% da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça. Neste nível utilizou-se o equivalente a $106 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com complementação de N e P_2O_5 mineral.

N2: 80% da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça e 20% via adubação mineral. Estas porcentagens equivaleram a $84,80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça visando atender os 80% de K_2O , o restante de potássio (50 kg ha^{-1} de K_2O) e demais nutrientes foram fornecidos com complementação de N e P_2O_5 mineral.

N3: 60% da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça e 40% via adubação mineral. Estas porcentagens equivaleram $63,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça visando atender os 60% de K_2O e para os 40% restantes foram fornecidos 100 kg ha^{-1} de K_2O assim como N e P_2O_5 foram fornecidos via fonte mineral.

N4: 40% da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça 60% via adubação mineral. Neste tratamento a dose de vinhaça para equivaler os 40% de K_2O foi $42,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e os 60 % de K_2O restantes (100 kg ha^{-1}) assim como N e P_2O_5 foram feitos via aplicação mineral.

N5: 20% da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça 80% via adubação mineral. Estas porcentagens equivaleram a $21,20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça visando atender os 20%, o restante de potássio (200 kg ha^{-1} de K_2O) e demais nutrientes foram fornecidos via aplicação mineral com complementação de N e P_2O_5 .

Os vasos para o transplante das mudas foram do tipo polietileno preto, com capacidade para 15 litros, e para a composição dos mesmos utilizou-se um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (Santos et al., 2018), cuja caracterização química e granulométrica está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química e granulométrica do solo utilizado para o cultivo do tomate cereja sob ambiente protegido e níveis de vinhaça em Santa Helena de Goiás, Goiás.

pH	P _{mch} ⁻¹	K ⁺	S- SO ₄ ⁻²	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	M.O
CaCl	----- mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----				g dm ⁻³			
4,5	4,3	32,5	8,7	0,9	0,7	0,2	5,1	3,18	3,38	6,79	27,0
V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Areia	Silte	Argila	
-----%	-----mg dm ⁻³ -----						-----g kg ⁻¹ -----				
24,8	10,6	0,28	1,2	29,0	19,7	0,2	1,8	290	120	590	

P (mel): fósforo (Merhlich); **K**: potássio; **S- SO₄⁻²**: sulfato de enxofre; **Ca²⁺**: Cálcio; **Mg²⁺** : magnésio; **Al³⁺** : alumínio; **H+Al**: hidrogênio mais alumínio; **SB**: soma de bases; **M.O**: matéria orgânica; **B**: boro; **Cu**: cobre; **Fe**: ferro; **Mn**: mangânes; **Zn**: zinco; **Na**: Sódio. T: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio. Fonte: Laboratório Solocria.

A calagem e adubação para a cultura em questão seguiu o recomendado por Filgueira (2013). Para a correção da acidez utilizou-se o método de saturação por bases buscando-se elevar a saturação por bases a 70%, sendo assim, a dose de calcário filler aplicada foi de 3,06 t ha⁻¹. A adubação foi calculada com base na análise química do solo (Tabela 1), sendo que parte dos nutrientes foram fornecidos mediante a aplicação de vinhaça (biofertilizante) e o restante de nutrientes via fonte mineral (cloreto de potássio). Para calcular a quantidade de vinhaça e conseqüentemente os níveis de potássio (K₂O) em cada tratamento, levou-se em consideração o teor de potássio presente no biofertilizante (Tabela 2) bem como, a quantidade deste nutriente exigida pela cultura nas condições de fertilidade do solo em estudo. Os demais nutrientes também foram calculados de acordo com a quantidade presente no resíduo (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química da vinhaça utilizada como fonte potássio para o cultivo do tomate sob ambiente protegido e níveis de vinhaça.

N-Total	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Na	MO	C
-----g Litro ⁻¹ -----								
0,52	0,09	2,84	0,23	0,16	0,23	0,02	12,00	6,67
C/N	pH		Dens		CE			
13/1	5,87		g cm ⁻³ 0,99		mS cm ⁻¹ 8,19			

N-Total: Nitrogênio total; P₂O₅: fósforo; K₂O: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Na: Sódio; MO: matéria orgânica; C: carbono; C/N: carbono/nitrogênio; pH: potencial hidrogeniônico; Dens: densidade; CE: condutividade elétrica. Fonte: Laboratório da UNESP.

A partir do resultado da análise do solo e baseando-se na recomendação citada anteriormente, foram necessários: 250 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) em doses de 50 Kg ha⁻¹ no transplante e aos 20, 40, 60 e 80 dias após o transplante das mudas de tomate cereja. A dose

de fósforo aplicada foi 850 Kg ha⁻¹ de P₂O₅, já a de potássio (K₂O) 250 Kg ha⁻¹. As fontes empregadas foram ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio e vinhaça.

O transplante para os vasos foi feito após as mudas de tomate cereja apresentarem quatro folhas definitivas, sendo escolhidas 2 mudas de mesmo tamanho posicionadas no centro dos mesmos. Após 15 dias efetuou-se o desbaste deixando apenas uma muda por vaso. O tutoramento foi realizado logo após o desbaste, colocando-se uma fita amarrada ao caule da planta e presa em um arame no teto. Foram retiradas, diariamente, as brotações axiais das plantas. Cada parcela foi composta por um vaso espaçados de 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas conforme recomendação para cultura.

As aplicações da água de irrigação e da vinhaça foram realizadas por meio de um sistema localizado por gotejamento com unidades gotejadoras espaçadas de 0,50 m (metros) entre plantas e 1,0 m entre linhas, sendo assim, uma linha de irrigação por fileira de plantas. A vazão nominal de cada unidade gotejadora foi de 1,8 L h⁻¹ (litros por hora), submetida a uma pressão de operação de 10 mca (metros coluna de água). Efetuou-se o teste de uniformidade para calcular o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e coeficiente de uniformidade Christiansen (CUC) bem como a eficiência de aplicação (Ea) da água.

Para fins do manejo da irrigação, foi utilizado um tanque Classe A instalado no interior da estufa. Foram realizadas leituras diárias da evaporação conforme metodologia proposta. Com as leituras diárias e coeficiente do tanque classe A (Kt) efetuou-se o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o). Conforme a equação 1 (Allen, Pereira, Raes & Smith 1998):

$$ET_o = ECA * Kt \quad (\text{equação 1})$$

Em que:

ET_o = evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; ECA = evaporação em tanque Classe A, em mm d⁻¹; Kt = coeficiente de correção do tanque, adimensional.

A partir dos dados da evapotranspiração de referência (ET_o) e o coeficiente de cultivo da cultura (Kc) (Tabela 2) determinou-se a evapotranspiração da cultura (ET_c) (equação 2) (Allen, Pereira, Raes & Smith 1998):

$$ET_c = ET_o * Kc \quad (\text{equação 2})$$

Em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura, mm d⁻¹; ET_o = evapotranspiração de referência, em mm d⁻¹; Kc = coeficiente da cultura, adimensional.

Tabela 3. Coeficientes de cultivo da cultura (Kc) para o tomateiro.

Estágio	Valor de Kc
Inicial (1-10 dias)	0,37
Desenvolvimento (11-30 dias)	0,72
Intermediário (31-60 dias)	1,03
Estágio final (61-90 dias)	1,10
Colheita (90 ao final)	0,75

Fonte: (Santana et al., 2011).

A irrigação foi efetuada conforme a evapotranspiração diária da cultura. Adotou-se o manejo da irrigação com turno de rega fixo de um (1) dia. A lâmina foi calculada a partir da equação 3 conforme Allen, Pereira, Raes & Smith (1998) e Monteiro (2009):

$$LTN = \frac{ETc * TR}{Ea} \quad (\text{equação 3})$$

Em que: LTN = lâmina total necessária por irrigação (mm), ETc = evapotranspiração da cultura (mm d⁻¹); Ea = eficiência de aplicação, adimensional, TR= Turno de Rega.

Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas e produtivas do tomate cereja: altura de plantas; diâmetro de caule; número de flores; número de frutos; número de cachos; diâmetro transversal; diâmetro longitudinal de frutos; peso de frutos; sólidos solúveis totais do caldo (°Brix); acidez titulável, conforme metodologia proposta pelo (Instituto Adolfo Lutz, 2008); produtividade (Kg ha⁻¹).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância associado ao teste de F a 5% de probabilidade para verificar a significância. As médias para o fator cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey. Para a comparação dos níveis de potássio presentes na vinhaça utilizou-se a análise de regressão. O programa estatístico empregado foi o SISVAR (Ferreira, 2014).

3. Resultados e Discussão

Os níveis de potássio fornecidos pela vinhaça e adubação mineral exerceram variação significativa somente para as características diâmetro transversal de frutos e sólidos solúveis totais a 5 % de probabilidade, já para o fator cultivares houve variação significativa a 1 % para as características altura de plantas, número de flores, número de cachos e sólidos solúveis totais (Tabelas 4 e 5). Quanto à interação entre fatores cultivares e níveis de potássio

fornecidos via vinhaça, observou-se pela Tabela 5 que apenas os sólidos solúveis totais variaram significativamente ($p < 0,05$).

As características diâmetro de caule, diâmetro longitudinal, número de frutos, pH, acidez total titulável, peso de frutos por planta e produtividade, não apresentaram variação significativa para nenhum dos fatores estudados (Tabelas 4 e 5). Mas vale ressaltar que apesar de não ocorrer essa variação perante a análise estatística os níveis de potássio presentes na vinhaça e fornecidos nos respectivos tratamentos (níveis) conseguiram suprir a demanda da cultura mantendo seu desenvolvimento e produção. Logo, este fato comprova que a vinhaça pode ser uma fonte nutricional alternativa como biofertilizante, além do mais, minimiza seu descarte em locais inadequados. Cunha et al. (2014) trabalharam com tomateiro cereja e não observaram para o diâmetro de caule interação significativa entre os fatores lâmina de irrigação e doses de nutrientes. Neste contexto, Pacheco (2017), também notou que a acidez total titulável não variou significativamente em sua pesquisa com tomate cereja cultivado em ambiente protegido sob diferentes níveis hídricos fornecidos via irrigação por gotejamento e doses de potássio. Esses resultados encontrados na presente pesquisa discordam dos encontrados por Cunha et al. (2014), que avaliaram a altura de plantas de tomate cereja e verificaram que a mesma foi influenciada pela aplicação conjunta da lâmina de irrigação e adubação orgânica em diferentes períodos de avaliação.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as características altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de flores (NFLO), número de cachos (NC), diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL) das cultivares de tomate cereja sob níveis de potássio aplicados em função de diferentes quantidades de vinhaça e adubação mineral.

FV	GL	QM					
		AP (m)	DC (mm)	NFLO (n°)	NC (n°)	DT (mm)	DL (mm)
Níveis	4	0,006 ^{ns}	1,327 ^{ns}	68,025 ^{ns}	13,150 ^{ns}	53,872 ^{**}	29,68 ^{ns}
Cultivares	1	0,520*	1,849 ^{ns}	8791,225*	656,100*	558,53 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Cult. x níveis	4	0,016 ^{ns}	3,236 ^{ns}	26,850 ^{ns}	18,850 ^{ns}	10,78 ^{ns}	7,51 ^{ns}
Bloco	3	0,019 ^{ns}	0,603 ^{ns}	203,225 ^{ns}	72,600 ^{ns}	18,64 ^{ns}	17,17 ^{ns}
Erro	27	0,046	1,506	248,947	27,100 ⁿ	13,929	11,23
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (%)		14,25	14,97	50,45	36,15	12,54	10,55

FV: Fontes de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação, QM: Quadrados médios, Cult; cultivares; *e ** significativo a 1% e 5%; ns: não significativo. Fonte: Próprios autores.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características número de frutos (NFR), pH dos frutos (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), peso de frutos por planta (PFP) e produtividade (PROD) das cultivares de tomate cereja sob níveis de potássio aplicados em função de diferentes quantidades de vinhaça e adubação mineral.

FV	GL	QM					
		NFR (n°)	pH (n°)	SST (°Brix)	ATT	PFP (Kg pl ⁻¹)	PROD (Kg ha ⁻¹)
Níveis	4	43,28 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,64 ^{**}	0,147 ^{ns}	0,067 ^{ns}	5649156,17 ^{ns}
Cultivares	1	497,02 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,04 [*]	0,009 ^{ns}	0,014 ^{ns}	30883,58 ^{ns}
Cult.x níveis	4	54,52 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,70 ^{**}	0,258 ^{ns}	0,014 ^{ns}	6478444,99 ^{ns}
Bloco	3	657,96 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,008 ^{ns}	49228093,16 ^{ns}
Erro	27	80,29	0,007	0,224	0,278	0,030 ^{ns}	74211791,36 ^{ns}
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (%)		43,76	2,06	10,03	8,57	56,21	34,68

FV: Fontes de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação, QM: Quadrados médios; Cult; cultivares; *e ** significativo a 1% e 5%; ns: não significativo. Fonte: Próprios autores.

A cultivar ISLA Pró de tomate cereja apresentou melhor desenvolvimento, o que influenciou no seu crescimento resultando em maior altura média de plantas (1,61 m) (Tabela 6). Pela mesma Tabela verificou-se que apesar da cultivar Carolina apresentar menor altura média de plantas (1,38 m), esse valor corrobora com os limites de valores notados por Guedes et al. (2015), com a mesma cultivar cuja amplitude foi de 1,35 m a 1,89 m.

Tabela 6. Altura de plantas (AP), número de flores (NFLO), número de cachos (NC) de cultivares de tomate cereja sob níveis de potássio fornecido pela vinhaça e adubação mineral.

Cultivares	AP (m)	NFLO (n°)	NC (n°)
Carolina	1,38 b	46,10 a	18,75 a
Isla Pro	1,61 a	16,45 b	10,35 b
DMS	0,14	10,24	7,55

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de significância. DMS: diferença mínima significativa. Fonte: Próprios autores.

A cultivar de tomate cereja Carolina mostrou-se superior independentemente do nível de potássio fornecido pelo biofertilizante, quanto ao número de flores e de cachos por planta sendo respectivamente 46,10 flores por planta e 18,75 cachos por planta (Tabela 6). Estes resultados corroboram com os encontrados por Albino (2016). Já Rodrigues, Nunes, Nunes & Uchôa (2018) analisaram o comportamento de tomateiro sob adubação silicatada e encontraram número médio de flores de 32,66 por planta. Em trabalho de Freitas, Sousa,

Andrade, Gomes & Andrade (2011), as plantas de tomate cereja apresentaram maior número de flores nos tratamentos sob adubação orgânica.

Verifica-se na Tabela 7 que os maiores valores de diâmetro transversal de tomate cereja ocorreram na variedade Isla Pro (33,51 mm) já a variedade Carolina o menor (26,06 mm). O número médio de frutos foi superior para variedade Carolina, cujo o valor foi 24 unidades por plantas (Tabela 7). O número de frutos tem uma forte relação com a intensidade de formação, aborto e crescimento em uma planta entre outros fatores (Rocha, Peil & Cogo, 2010). Este resultado aproximou-se do obtido por Guedes et al. (2015), que também avaliaram a variedade Carolina sob estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido e encontraram número médio de frutos que variaram de 25,3 a 36 unidades por plantas.

Tabela 7. Diâmetro transversal (DT), número de frutos (NFR), sólidos solúveis totais (SST) de cultivares de tomate cereja sob níveis de potássio aplicados em função de diferentes quantidades de vinhaça e adubação mineral.

Cultivares	DT (mm)	NFR (n°)	SST (° Brix)
Carolina	26,03 b	24,00 a	5,60 a
Isla Pro	33,51 a	16,95 b	4,75 b
DMS	2,42	5,81	0,70

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de significância. DMS: diferença mínima significativa. Fonte: Próprios autores.

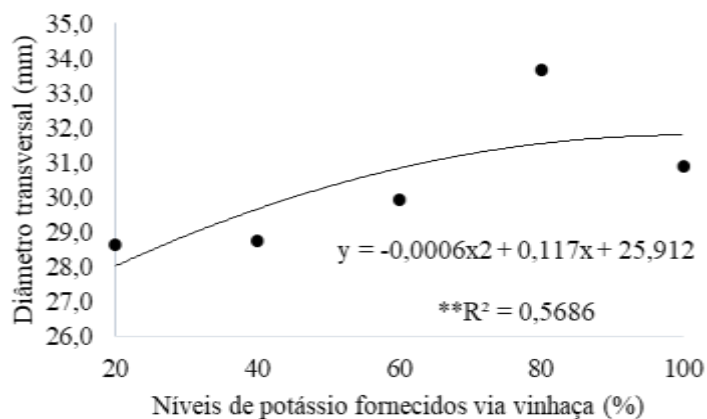
Araújo (2015) encontrou para a cultivar de tomate cereja Carolina cultivada em vaso e ambiente protegido em sistema orgânico um diâmetro transversal médio de 21,48 mm, valor este inferior ao obtido no presente trabalho, conforme apresentado na Tabela 7. Santos et al. (2019), ao trabalharem com tomate cereja Carolina sob lâminas de irrigação e fontes de nitrogênio encontraram diâmetro transversal dos frutos variando entre 21,98 a 22,98 mm, valores estes, também, inferiores aos encontrados no presente estudo.

Um parâmetro de qualidade físico-química importante que está ligado ao sabor do fruto são os sólidos solúveis totais (SST). O sabor depende, entre outros compostos, dos teores de açúcares presente nos SST, os quais, podem variar de acordo com a cultivar, nutrição, manejo da cultura, condições de ambiente, estágio de maturação entre outros fatores (Costa, Santos, Rocha & Carmo 2018). Neste presente estudo, a cultivar de tomate cereja Carolina (5,6 °Brix) produziu frutos com teores de sólidos solúveis estatisticamente superiores

aos frutos da cultivar Isla Pró (4,75 °Brix) (Tabela 7) e próximos aos encontrados por Albino (2016) 5,8 °Brix; Pinho et al. (2011) 6,0 °Brix e Santos et al. (2019) 6,19 °Brix.

Em relação ao diâmetro transversal verificou-se que houve ajuste quadrático ($p < 0,05$) com coeficiente de determinação igual a 56,86 % (Figura 1). Sendo assim, independente da cultivar utilizada, o diâmetro transversal máximo do tomate cereja foi de 31,62 mm, alcançado com a adição de 97,5% da dose (nível) de potássio fornecido pela vinhaça. Percebeu-se que este nível promoveu maior valor no diâmetro transversal em comparação aos demais níveis aplicados mesmo tendo como complemento à dose total exigida pela cultura a fonte mineral.

Figura 1. Diâmetro transversal (mm) de frutos de tomate cereja em função dos níveis de potássio via vinhaça e adubação mineral.



Fonte: Próprios autores.

O resultado do desdobramento entre níveis de potássio fornecidos pela vinhaça e cultivares de tomate cereja para a característica sólidos solúveis totais encontram-se na Tabela 8 e Figura 2. Vale ressaltar que a referida característica retrata a doçura e é um indicativo do grau de maturidade do fruto (Vieira, Cardoso, Dourado, Caliari & Júnior, 2014). Comparando-se as cultivares dentro de cada nível para a característica sólidos solúveis totais (Tabela 8) verificou-se que até o nível 40 % da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça e 60% via adubação mineral, não ocorreu variação significativa entre as cultivares. No entanto, a partir do nível 60 % da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça e o restante via mineral a variação foi notada.

Neste caso, a cultivar Carolina (Tabela 8) apresentou maior teor de sólidos solúveis totais sendo 5,81 °Brix; 5,88 °Brix e 5,90 °Brix para os níveis 60%, 80% e 100% da dose de potássio fornecida mediante a aplicação de vinhaça, respectivamente. Os teores obtidos no

presente estudo foram semelhantes aos observados por Araújo (2015), que trabalhou com a cultivar Carolina em ambiente protegido e sistema orgânico e obteve o teor médio de 5,84 °Brix; Bezerra (2015), que encontrou um teor máximo de 5,82 °Brix (híbrido Mascot F1); e Pacheco (2017), que obteve teor de 5,7 °Brix e tomate cereja BRS Iracema.

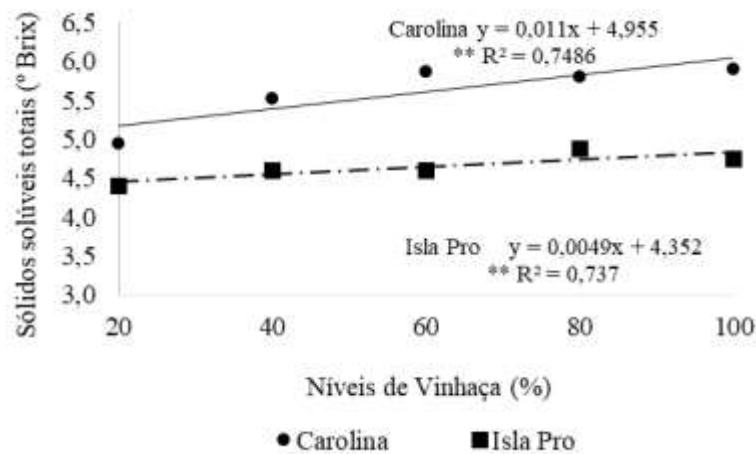
Tabela 8. Sólidos solúveis totais das cultivares de tomate cereja sob níveis de potássio aplicados em função de diferentes quantidades de vinhaça e adubação mineral.

Cultivares	Sólidos solúveis totais (SST)				
	Níveis de potássio e vinhaça				
	20	40	60	80	100
Carolina	4,95 a	4,52 a	5,81 a	5,88 a	5,90 a
Isla Pro	4,40 a	4,60 a	4,60 b	4,88 b	4,75 b
DMS	0,69				

DMS- diferença mínima significativa. Médias com mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Próprios autores.

Na Figura 2 encontra-se a resposta das cultivares de tomates cereja para a característica teores de sólidos solúveis totais quanto aos níveis de potássio fornecidos via vinhaça e adubação mineral. Pode-se notar através desta Figura que a equação de regressão linear crescente ($p < 0,05$) foi a que melhor se ajustou aos dados médios de sólidos solúveis totais tanto para a cultivar Carolina quanto para a Isla Pró. Através destas equações notou-se que com incrementos nos níveis de potássio via vinhaça ocorreu também incrementos nos teores de sólidos solúveis totais em (°Brix). Verificou-se que para as cultivares Carolina e Isla Pró 74,86 % e 73,70 % das variações nos teores de sólidos solúveis totais foram explicadas por esta equação de regressão. Sendo assim, a adição de uma unidade em % no nível de potássio via vinhaça aplicado, ocorreu um incremento de 0,011 °Brix (Carolina) e 0,0049 °Brix (Isla Pró) no teor de sólidos solúveis totais dos frutos. O aumento do teor de sólidos solúveis dos frutos, pode estar relacionado ao potássio presente na vinhaça. O potássio tem importância crucial na qualidade de frutos, pois, desempenha papel importante na translocação de fotossintatos e na ativação de diversas enzimas, o que pode ter favorecido o aumento do teor de sólidos solúveis dos frutos (Cecílio Filho & Grangeiro, 2004).

Figura 2. Teores de sólidos solúveis totais (° Brix) das cultivares de tomate cereja em função dos níveis de potássio via vinhaça e adubação mineral aplicados.



Fonte: Próprios autores.

4. Conclusão

O nível de potássio (K_2O) fornecido na proporção de 97,5 % de vinhaça promoveu maior valor no diâmetro transversal dos frutos de tomate cereja independente da variedade.

A variedade Isla Pró mostrou-se superior quanto às características altura de plantas e diâmetro transversal de frutos de tomate cereja. A variedade Carolina foi a que apresentou maior número de flores, cachos e frutos bem como, maior teor de sólidos solúveis totais, independentemente do nível de vinhaça aplicado.

Apenas o teor de sólidos solúveis totais apresentou interação entre cultivares e níveis de potássio via vinhaça, houve ajuste linear crescente tanto para a cultivar Carolina quanto para a Isla Pro. A partir do nível de 60 % de potássio (K_2O) fornecido pela vinhaça ocorreu diferença entre as cultivares, e a variedade Carolina apresentou maior teor de sólidos solúveis totais.

Seria interessante testar níveis de vinhaça diferentes dos aplicados no presente trabalho, visando fornecer doses de potássio distintas, a fim de encontrar novas respostas para as características estudadas.

Referências

Albino, V. S. (2016). *Uso de porta-enxertos e níveis de adubação orgânica em tomateiro tipo cereja, sob ambiente protegido, cultivado em sistema orgânico*. Universidade de Brasília.

Allen, R. G.; Pereira, L. S., Raes, D.; Smith, M. *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, 1998.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L.M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

Araújo, H. F. (2015). *Produção de minitomate em sistema orgânico em ambiente protegido*. Universidade Estadual de Campinas. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n9p800-805>

Bebé, F. V, Rolim, M. M., Pedrosa, E. M. R., Silva, G. B., & Oliveira, V. S. (2009). Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(6), 781–787.

Bezerra, R. de S. (2015). *Manejo da fertirrigação na produção de minitomate em ambiente protegido*. Universidade Federal de Goiás.

Cantore, V., Lechkar, O., Karabulut, E., Sellami, M. H., Albrizio, R., Boari, F., ... Todorovic, M. (2016). Combined effect of deficit irrigation and strobilurin application on yield, fruit quality and water use efficiency of “cherry” tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Agricultural Water Management*, 167, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.12.024>

Cecílio Filho, A. B., & Grangeiro, L. C. (2004). Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. *Ciência e Agrotecnologia*, 28(3), 570–576. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000300012>

Costa, E. S. P., Santos, C. A., Rocha, M. C., Carmo, M. G. F. (2018). Caracterização física, físico-química e morfoagronômica de acessos de tomate cereja sob cultivo orgânico. *Revista de Ciência Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 61, 1-7. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2800>

Cunha, A. H. N., Sandri, D., Vieira, J. A., Cortez, T. B., Oliveira, T. H. (2014). Sweet grape

mini tomato grown in culture substrates and effluent with nutrient complementation. *Engenharia Agrícola*, 34, (4), 707-7015.

Ferreira, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2), 109-112, 2014.

Filgueira, F. A. R. (2013). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. UFV (3a ed.). Viçosa, MG. Retrieved from <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>

Freitas, B. V., Sousa, J. A., Andrade, J. A., Gomes, R. de C. de P., & Andrade, R. (2011). Adubação orgânica e seu efeito no rendimento do tomateiro IPA-06 cultivado em ambiente protegido. *Revista Verde*, 4(4), 24–27. Retrieved from <http://revista.gvaa.com.br>

Guedes, R. A. A., Oliveira, F. de A. de, Alves, R. de C., Medeiros, A. S. de, Gomes, L. P., & Costa, L. P. (2015). Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(10), 913–919. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p913-919>

Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (O. Zenebon, N. S. Pascuet, & P. Tiglea, Eds.), Instituto Adolfo Lutz (4ª ed.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Lopes, M. C., Cardoso, S. S., Lucas, F. T., & Melo, V. A. de. (2017). Efeito da aplicação foliar de biofertilizante na produção de mudas de Rúcula sob diferentes substratos. *Nucleus*, 14(1), 177–188. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.2690>

Maciel, G. M., Finzi, R. R., Carvalho, F. J., Marquez, G. R., & Clemente, A. A. (2018). Agronomic performance and genetic dissimilarity among cherry tomato genotypes. *Horticultura Brasileira*, 36(2), 167–172. <https://doi.org/10.1590/s0102-053620180203>

Medeiros, A. D. L. M., Santos, L. F., Silva, S. S., Cunha, R. R., & Pordeus, R. V. (2019). Produção do tomate cereja em ambiente protegido sob influência da lâmina de irrigação e adubação orgânica. In J. G. Aguilera & A. M. Zuffo (Eds.), *Ciências Agrárias: Campo*

Promissor em Pesquisa 2 (1^a, Vol. 2, pp. 1689–1699). Ponta Grossa, PR: Atenas Editora. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Monteiro, J. E. B. A. *Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, DF: INMET, 530p. 2019.

Pacheco, A. B. (2017). *Tomateiro cereja sob disponibilidades hídricas e doses de potássio com irrigação semiautomatizada em ambiente protegido*. Universidade Federal de Mato Grosso.

Palaretti, L. F., Dalri, A. B., Dantas, G. F., Faria, R. T., Santos, W. F., & Santos, M. G. (2015). Produtividade do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) fertirrigado utilizando vinhaça concentrada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 9(5), 326–334. <https://doi.org/10.7127/rbai.v9n500326>

Pereira A.S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria, RS: UFSM, NTE. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pinho, L. de, Almeida, A. C., Costa, C. A., Paes, M. C. D., Glória, M. B. A., & Souza, R. M. (2011). Nutritional properties of cherry tomatoes harvested at different times and grown in an organic cropping. *Horticultura Brasileira*, 29(2), 205–211. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362011000200012>

Reis, L. S., Azevedo, C. A. V. de, Albuquerque, A. W., & S. Junior, J. F. (2013). Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(4), 386–391. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400005>

Rocha, M. de Q., Peil, R. M. N., & Cogo, C. M. (2010). Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentração de nutrientes em hidroponia. *Horticultura Brasileira*, 28(4), 466–471. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000400015>

Rodrigues, A. J. O., Nunes, L. R. de L., Nunes, A. M. C., & Uchôa, K. S. A. (2018). Efeito da adubação silicatada no cultivo de tomateiro sob estresse salino. *Agropecuária Científica No Semiárido*, 14(2), 141–148. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v14i2.977>

Santana, M. J., Pereira, U. D. C., Beirigo, J. D. C., Souza, S. S., Campos, T. M., & Vieira, T. A. (2011). Coeficientes de cultura para o tomateiro irrigado. *Irriga*, 16(1), 11–20. <https://doi.org/10.15809/irriga.2011v16n1p11>

Santos, A. P. dos, Costa, A. R. da, Silva, P. C., Giongo, P. R., Mesquita, M., & Drumond, A. A. L. (2019). Irrigation Depth and Nitrogen Fertilization on Production and Quality of Cherry Tomatoes. *Journal of Agricultural Science*, 11(6), 547. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n6p547>

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. Á. de, Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa Solos. Brasília, DF: Embrapa Solos.

Silva, S. F. (2017). *Uso da vinhaça na cultura do milho: Efeitos no solo, nos teores nutricionais do tecido foliar e na produção durante três safras*. Universidade Federal do Espírito Santo.

Souza, J. L., & Santos, R. H. S. (2004). Produção classificada e incidência de brocas do fruto em função de doses de biofertilizante enriquecido , aplicado via solo, no cultivo orgânico de tomate em estufa. 432. Brasília: Horticultura Brasileira. Recuperado de <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3753/1/prducao-classificada-tomate-organico-jaciamr.pdf>

Takahashi, K., & Cardoso, A. I. (2015). Produção e qualidade de mini tomate em sistema orgânico com dois tipos de condução de hastes e poda apical. *Horticultura Brasileira*, 33(4), 515–520. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400018>

Vieira, D. A. P., Cardoso, K. C. R., Dourado, K. K. F., Caliari, M., & Soares Júnior, M. S. (2014). Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(3), 100–108.

Viol, M. A., Ferreira, E. D., Carvalho, J. D. A., Lima, E. M. D. C., & Rezende, F. C. (2018). Resposta do tomate Sweet Grape cultivado em substrato comercial com diferentes lâminas e frequências de irrigação. *Revista Engenharia Na Agricultura*, 26(3), 269–276. <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i3.878>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Patrícia Costa Silva – 30%
Darlene de Matos Santos – 16%
Adriana Rodolfo da Costa – 10%
Ludiely dos Santos Fernandes – 10 %
Auriane Rísia Marques Garcia Gomes – 5 %
Mariany Patrícia Borba Alves – 5 %
Daíza Freire da Cunha – 5 %
Kássia de Paula Barbosa – 5 %
Franciele de Freitas Silva – 9%
Brenner Cabalheiro dos Santos – 5%