

Adubação de plantio com NPK para a cultura do *Physalis* (*Physalis peruviana* L.)

César Ferreira Santos¹

Geann Costa Dias²

Sheila Isabel do Carmo Pinto³

Paulino da Cunha Leite⁴

Konrad Passos e Silva⁵

Resumo

A espécie *Physalis peruviana* L., família Solanaceae, é uma planta arbustiva de origem andina que produz frutos açucarados. Por ser uma espécie de cultivo recente, aspectos relacionados à sua adubação devem ser estudados. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo definir a dose de NPK na adubação de plantio que atenda às exigências da cultura. O presente trabalho foi conduzido no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), *Campus* Bambuí, em casa de vegetação no período de 25 de fevereiro a 23 de novembro de 2015. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 6 repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em doses de N, P₂O₅ e K₂O (kg ha⁻¹), utilizando como fontes ureia (45% de N), monoamônio fosfato (9% de N e 44% de P₂O₅) e cloreto de potássio (58% de K₂O). Foram avaliadas características morfológicas, bromatológicas e produção de frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. A dose de NPK que propicia maior produção de frutos e maior economia são 1.200 mg dm⁻³ de N, 3.600 mg dm⁻³ de P₂O₅ e 2.400 mg dm⁻³ de K₂O e sobre o desenvolvimento morfológico 1.600 mg dm⁻³ de N, 4.800 mg dm⁻³ de P₂O₅ e 3.200 mg dm⁻³ de K₂O.

Palavras-chave: Nutrição mineral de plantas. Fertilidade do solo. Produção.

Introdução

A espécie *Physalis peruviana* L., pertencente à família Solanaceae, é a mais conhecida deste gênero. O centro de origem da espécie ainda não é conhecido, mas a maioria dos estudos indica que seja nos Andes (RUFATO et al., 2008). A espécie caracteriza-se por ser uma planta arbustiva, perene, com um fruto alaranjado pequeno, encerrado em um cálice formado por cinco sépalas que a protege contra insetos, pássaros, patógenos e condições climáticas adversas.

Para atingir melhor desenvolvimento e produtividade, a planta deve ter suas exigências nutricionais atendidas. Segundo Fischer et al. (2005), o ideal para a *Physalis* é o solo areno-argiloso,

1 Universidade Federal de Lavras (UFLA), doutorando em Ciência do Solo, agronomocesar.santos@gmail.com, Departamento de Ciência do Solo, Caixa Postal 3037, Lavras/MG, Brasil, CEP: 37200-000.

2 Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí, graduado em Agronomia, geannndias93@hotmail.com.

3 IFMG - *Campus* Bambuí, professora EBTT, sheila.isabel@ifmg.edu.br.

4 IFMG - *Campus* Bambuí, professor EBTT, paulino.leite@ifmg.edu.br.

5 IFMG - *Campus* Bambuí, técnico em Agropecuária, konrad.silva@ifmg.edu.br.

bem drenado, que apresenta textura mais granulada, preferencialmente, com altos teores de matéria orgânica (maior que 4%) e pH entre 5,5 e 6,8.

Por ser um cultivo considerado recente, a maioria dos aspectos do sistema de produção desta cultura ainda necessitam serem estudados e desenvolvidos, principalmente os relacionados à adubação (RUFATO et al., 2008). A cultura do *Physalis* ainda não possui uma recomendação de adubação de acordo com suas exigências nutricionais.

Os trabalhos disponíveis na literatura sobre o manejo da cultura foram desenvolvidos utilizando adubações recomendadas para diversas espécies da família Solanaceae pela falta de adubação específica para a cultura. No sul do Brasil, a adubação utilizada para o *Physalis* é a recomendada para a cultura do tomateiro (IANCKIEVICZ et al, 2013; LIMA, 2009). As recomendações para esta cultura se tornam muito regionais, não servindo de base para aplicação em todo país, podendo gerar resultados insatisfatórios em termos nutricionais, acabando por gerar produtividades reduzidas e frutos de menor -qualidade.

Entre os macronutrientes, o nitrogênio é considerado o mais importante para a cultura do *Physalis* por promover o crescimento longitudinal dos ramos e a produção de frutos. O potássio está relacionado com a floração e a formação dos frutos. O cálcio é muito importante na formação dos tecidos e na estabilidade da epiderme, especialmente na formação do cálice. Entre os micronutrientes, o boro é o mais exigido no cultivo do *Physalis* (RUFATO et al., 2012).

Devido à ausência de informações na literatura e à pouca divulgação dos trabalhos existentes, torna-se comum a recomendação de fertilizantes sem critérios. Na Colômbia, por exemplo, é recomendada a aplicação de 1,0 a 2,0 kg de cama de aviário no plantio e de 100,0 a 150,0 kg de adubo 10-30-10 ou superfosfato triplo por hectare a cada 3 ou 4 meses (RUFATO et al., 2012).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi identificar a dose de NPK que atenda às exigências nutricionais da cultura do *Physalis*, proporcionando melhor desenvolvimento morfológico e maior produtividade.

Material e métodos

Localização da área experimental

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Varginha, Km 05, Rodovia Bambuí-Medeiros, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – Campus Bambuí (Latitude 20° 01'51.9" Sul, Longitude 46° 00' 26.66" Oeste e altitude 673 m), no setor de viveiricultura, em casa de vegetação constantemente ventilada, com nebulização intermitente, em frequência de irrigação de 7 minutos com duração de 7h30 as 17h30, com temperatura mantida entre 15 e 38° C e umidade relativa entre 80 e 90% durante o enraizamento. Após o transplante, a temperatura foi a mesma e a umidade relativa em torno de 70-80%.

A semeadura foi realizada em substrato comercial Bioplant® em bandeja de isopor de 200 células. As sementes iniciaram a emergência 8 dias após o plantio e apresentaram 90% de germinação. As plântulas foram cultivadas em bandejas até apresentarem um bom desenvolvimento para que pudessem ser transplantadas, sendo o transplante realizado aos 70 dias após a semeadura.

Para o transplante das mudas foi utilizado um solo coletado em subsuperfície classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura argilosa (EMPRESA BRASILEIRA

DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMPRAPA, 2013), o qual foi submetido à análise química. A caracterização química do solo utilizado encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado para o transplântio das mudas do *Physalis peruviana* L.

Variável	
pH (H ₂ O)	5,1
P ⁽¹⁾	1,4 mg dm ⁻³
K ⁽¹⁾	47,0 mg dm ⁻³
Ca ⁽²⁾	0,58 cmol _c dm ⁻³
Mg ⁽²⁾	0,49 cmol _c dm ⁻³
Al ⁽²⁾	2,50 cmol _c dm ⁻³
H + Al ⁽³⁾	7,07 cmol _c dm ⁻³
SB	1,2 cmol _c dm ⁻³
t	3,7 cmol _c dm ⁻³
T	14,4 cmol _c dm ⁻³
Areia	16 dag kg ⁻¹
Silte	37,5 dag kg ⁻¹
Argila	46,5 dag kg ⁻¹
V	14,4 %
m	67,8 %
M.O	0,10 dag kg ⁻¹
P (rem)	1,9 mg L ⁻¹
B ⁽⁴⁾	0,03 mg dm ⁻³
Cu ⁽¹⁾	0,30 mg dm ⁻³
Fe ⁽¹⁾	17,70 mg dm ⁻³
Mn ⁽¹⁾	2,60 mg dm ⁻³
Zn ⁽¹⁾	0,10 mg dm ⁻³
S ⁽⁵⁾	3,13 mg dm ⁻³

⁽¹⁾ P-K-Fe-Zn-Mn-Cu – Extrator Mehlich; ⁽²⁾Ca-Mg-Al – Extrator KCl -1 mol.L; ⁽³⁾H+Al – Extrator SMP; ⁽⁴⁾B – Extrator água quente; ⁽⁵⁾S – Extrator Fosfato monocálcico em ácido acético; **SB** = Soma de Bases Trocáveis; **CTC (t)** = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; **CTC (T)** = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; **%V** = Índice de Saturação de Bases; **m** = Saturação de Alumínio; **MO** = matéria orgânica (Oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N+H₂SO₄ 10N); **P (rem)** = Fósforo Remanescente.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Cerca de 90 dias antes do transplântio, o solo foi submetido à correção por meio da aplicação de 7500 mg dm⁻³ de calcário dolomítico, visando elevar a saturação de bases do solo a 70%.

Após a aplicação do calcário, o solo foi incubado por 90 dias, mantendo a umidade a 70% da capacidade de campo. O transplântio das mudas de *Physalis* foi realizado 70 dias após semeadura. Inicialmente o solo corrigido foi colocado em uma bandeja de plástico e misturado com a quantidade de fertilizante determinada para cada tratamento, homogeneizado e transferido para os vasos. O vaso plástico foi revestido com dois sacos plásticos, com a finalidade de evitar perda dos nutrientes. Posteriormente, as mudas foram transplantadas para os vasos, deixando uma muda por vaso. A irrigação foi realizada mantendo 70 % da capacidade de campo.

Quando as plantas atingiram a altura de 40 cm, elas foram tutoradas utilizando fitilho, visando proporcionar um melhor desenvolvimento. Durante o período de condução do experimento, o controle de plantas invasoras nos vasos foi realizado por meio de capinas manuais. Os fertilizantes utilizados foram: ureia (45% de N), monoamônio fosfato (MAP) (9% de N e 44% de P_2O_5) e cloreto de potássio (58% de K_2O), as doses estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos tratamentos experimentais quanto às doses de NPK utilizadas no plantio do *Physalis peruviana* L.

Tratamento	N	P_2O_5	K_2O
	----- mg dm ⁻³ -----		
T1	400	800	640
T2	600	1200	960
T3	480	2400	800
T4	800	2400	1600
T5	1200	3600	2400
T6	760	1680	1400
T7	1600	4800	3200
T8	0	0	0

T1: 400 mg dm⁻³ de N, 800 mg dm⁻³ de P_2O_5 , 640 mg dm⁻³ de K_2O ; T2: 600 mg dm⁻³ de N, 1200 mg dm⁻³ de P_2O_5 , 960 mg dm⁻³ de K_2O ; T3: 480 mg dm⁻³ de N, 2400 mg dm⁻³ de P_2O_5 , 800 mg dm⁻³ de K_2O ; T4: 800 mg dm⁻³ de N, 2400 mg dm⁻³ de P_2O_5 , 1600 mg dm⁻³ de K_2O ; T5: 1200 mg dm⁻³ de N, 3600 mg dm⁻³ de P_2O_5 , 2400 mg dm⁻³ de K_2O ; T6: 760 mg dm⁻³ de N, 1680 mg dm⁻³ de P_2O_5 , 1400 mg dm⁻³ de K_2O ; T7: 1600 mg dm⁻³ de N, 4800 mg dm⁻³ de P_2O_5 , 3200 mg dm⁻³ de K_2O ; T8: sem fertilização.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Variáveis avaliadas

As plantas de *Physalis* foram avaliadas com o intuito de caracterizar a influência das doses de NPK sobre o desenvolvimento morfológico e a produtividade das plantas. As avaliações se iniciaram 90 dias após o transplantio das mudas por meio da medição da altura e do diâmetro do colo das plantas. Essas avaliações foram realizadas a cada 15 dias. A altura foi determinada da superfície do solo ao ápice do ramo mais alto. O diâmetro do colo das plantas foi determinado rente à superfície do solo utilizando paquímetro digital.

Durante o período de condução do experimento, os frutos que atingiam o ponto máximo de maturação fisiológica eram colhidos, contabilizados, separados do cálice e posteriormente pesados em balança analítica para determinação do peso do cálice, do fruto e do peso total (fruto mais cálice). Também foi determinado o diâmetro dos frutos perpendicularmente ao pedúnculo utilizando paquímetro digital. Em seguida, os frutos foram armazenados sob refrigeração para a determinação do grau Brix por meio da utilização de refratômetro portátil para açúcar Instrutherm, modelo RT-30 ATC. Foram utilizados na determinação do grau brix os quatro maiores frutos, no ápice de maturação, por repetição, sendo transferidas duas gotas do caldo do fruto para o prisma do refratômetro.

Aos 198 dias após o transplantio das mudas, estas foram cortadas rente ao solo e separadas em parte aérea e raízes. As raízes foram lavadas e secas em temperatura ambiente. Posteriormente, parte aérea e raízes foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa a 70°C até obtenção de peso constante e pesada em balança analítica para obtenção da massa seca da parte aérea e de raízes. Também foi determinada a massa seca total (parte aérea mais raízes) e a relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca de raízes.

A produção total de frutos pelas plantas de *Physalis* foi determinada por meio da soma do peso de todos os frutos obtidos por cada repetição durante todo o período de condução do experimento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, com nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa computacional “Sistema para Análise de Variância” - SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Em todas as avaliações, constatou-se efeito das doses de fertilizantes NPK sobre o desenvolvimento das plantas ($P < 0,05$), como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura (cm) das plantas de *Physalis peruviana* L., em função da adubação de plantio com NPK, medidas quinzenalmente.

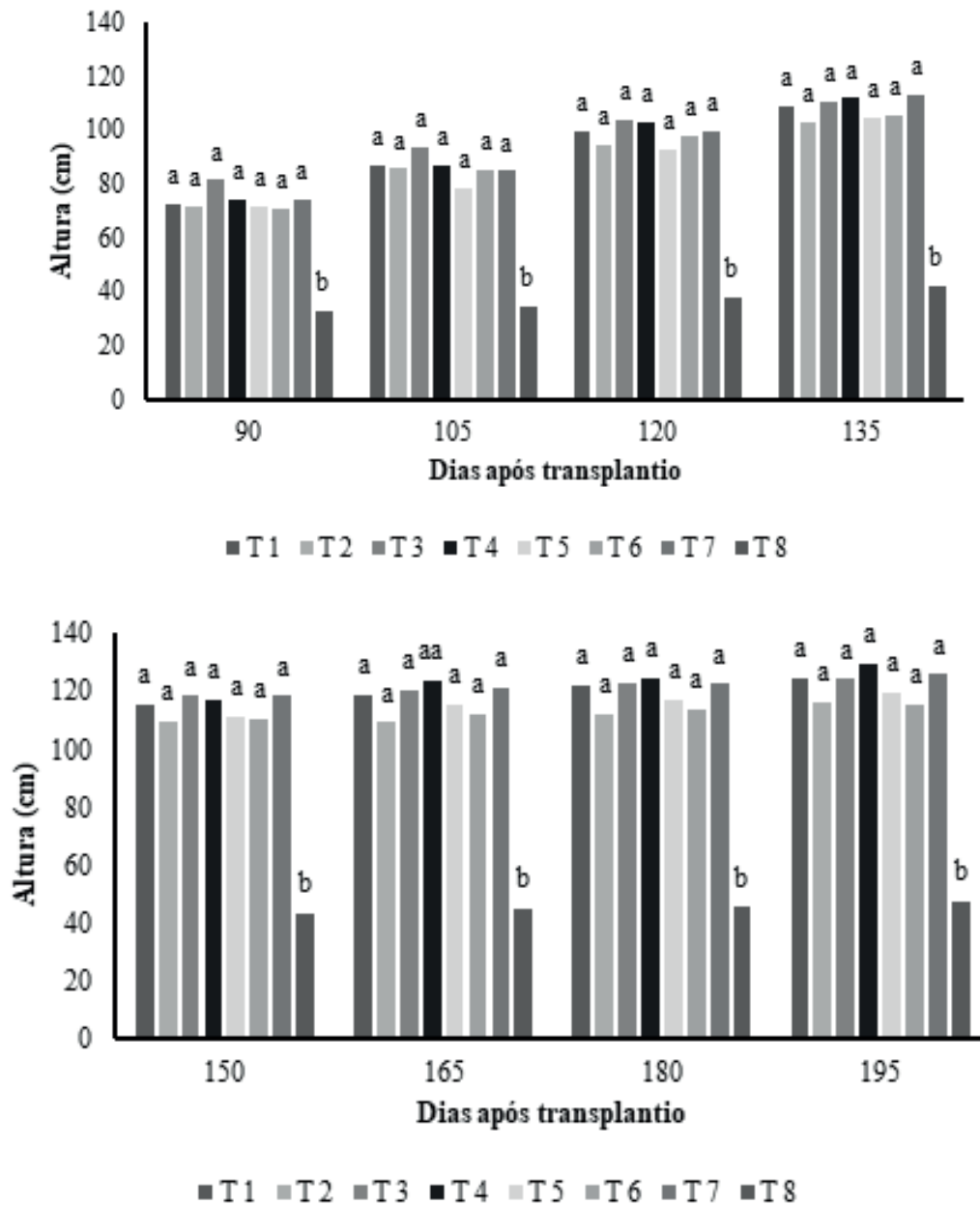
FV	90 dias	105 dias	120 dias	135 dias
Adubação NPK	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	14,95	13,21	12,49	12,11
Média	68,56	79,46	90,89	99,89
FV	150 dias	165 dias	180 dias	195 dias
Adubação NPK	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	13,66	13,35	14,56	14,55
Média	105,48	108,28	110,11	112,92

*: significativo pelo teste F, com 5% de probabilidade. FV: Fator de variação; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Independente do período de avaliação, somente as plantas de *Physalis* cultivadas sem adubação de plantio apresentaram menor desenvolvimento em altura (FIGURA 1). A altura das plantas que receberam doses de NPK não diferiu entre si, evidenciando que, em relação ao desenvolvimento vegetativo, esta espécie demonstra ser pouco exigente quanto à adubação, uma vez que mesmo as menores doses aplicadas (T1) foram capazes de promover crescimento em altura semelhante às maiores dosagens (T7) (FIGURA 1).

Figura 1. Crescimento de plantas de *Physalis peruviana* L., em função de doses variadas de NPK aplicadas no transplântio da cultura.



* Médias seguidas de letras semelhantes não diferem entre si, em cada dia de observação após o transplântio, pelo teste de Scott-Knott, com nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Briguenti e Madeira (2007) relataram altura entre 1,00 m e 1,50 m para plantas de *Physalis peruviana* submetidas a diferentes doses de fertilizantes. Os valores obtidos neste estudo foram próximos, permanecendo entre 1,29 m e 1,15 m, não sendo esses correspondentes a maior e menor dose, respectivamente, evidenciando que o aumento demasiado da dose pode reduzir o crescimento da planta.

Quanto ao diâmetro do colo das plantas de *Physalis*, independentemente das doses de fertilizantes aplicadas, foram observadas diferenças ($P < 0,05$) (TABELA 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o diâmetro do colo (mm) das plantas de *Physalis peruviana* L., em função da adubação de plantio com NPK, medidas quinzenalmente.

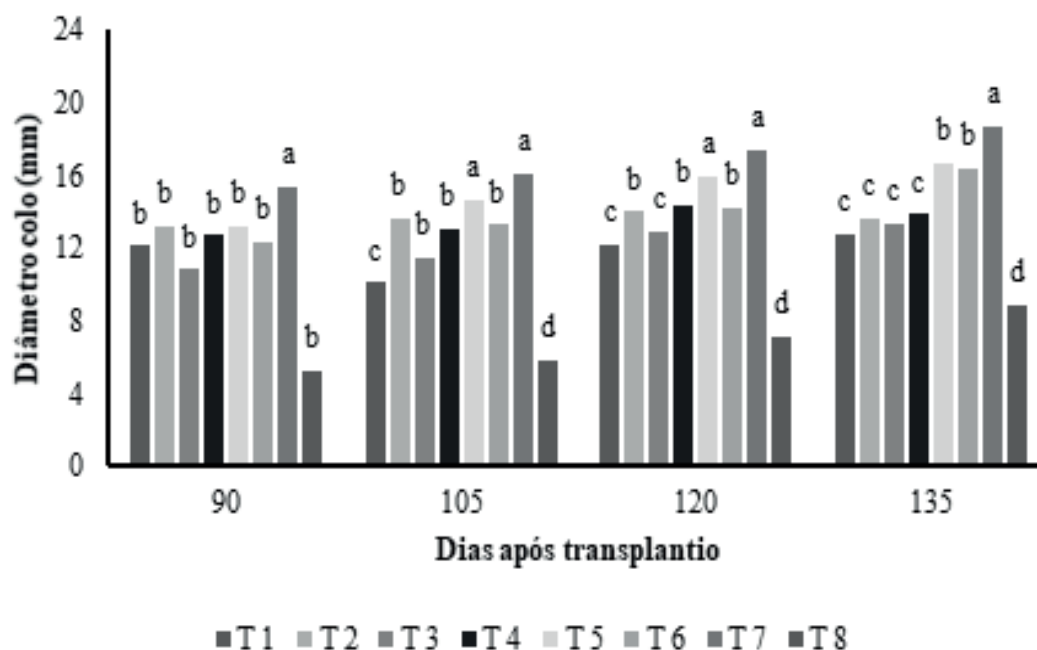
FV	90 dias	105 dias	120 dias	135 dias
Adubação NPK	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	17,72	14,72	11,34	10,53
Média	11,88	12,27	13,53	14,29
FV	150 dias	165 dias	180 dias	195 dias
Adubação NPK	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	10,76	9,19	8,96	8,64
Média	15,33	15,71	16,10	16,68

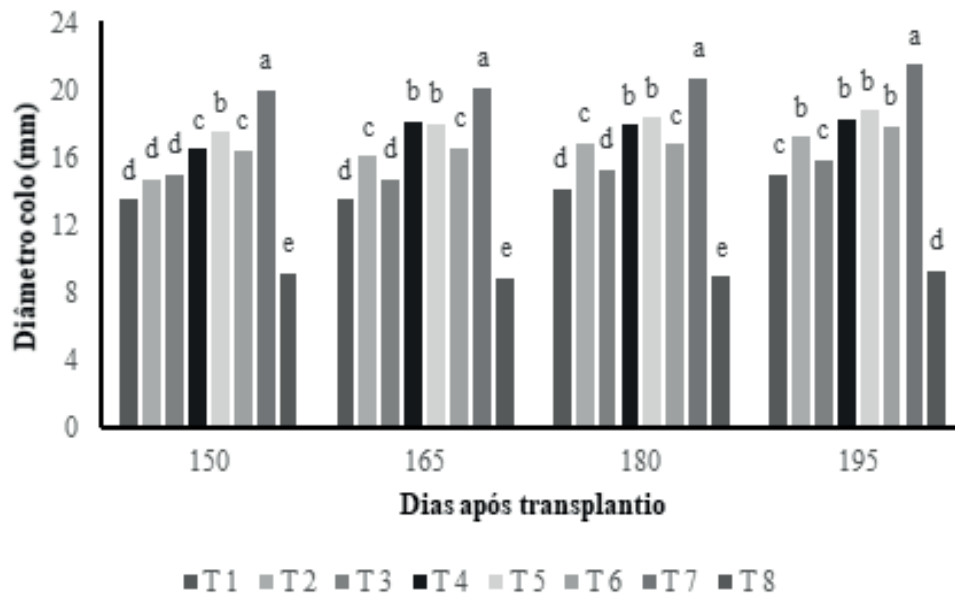
*: significativo pelo teste F, com 5% de probabilidade. FV: Fator de variação; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Na Figura 2 são apresentados os diâmetros do colo das plantas de *Physalis* em função da adubação de plantio com NPK.

Figura 2. Diâmetro do colo de plantas de *Physalis peruviana* L., em função de doses variadas de NPK aplicadas no transplântio da cultura.





* Médias seguidas de letras semelhantes não diferem entre si, em cada dia de observação após o transplante, pelo teste de Scott-Knott, com nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

À exceção das avaliações realizadas aos 105 e 120 dias após o transplante das mudas em que o Tratamento 5 também apresentou plantas com maior diâmetro do colo, o Tratamento 7, independentemente do período de avaliação, destacou-se entre os demais, por proporcionar maior desenvolvimento do diâmetro do colo das plantas de *Physalis* (FIGURA 2). Portanto verifica-se que o diâmetro é uma variável muito responsiva à adubação, apresentando maior desenvolvimento nas plantas de *Physalis* que receberam maior dose de NPK (T7).

Nas avaliações de peso médio do cálice, do fruto e peso médio total, bem como das demais variáveis apresentadas anteriormente, houve diferenças em relação às doses testadas (TABELA 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características peso médio do cálice (g), do fruto (g), peso médio total do fruto (cálice + fruto) (g) e diâmetro médio do fruto (mm) das plantas de *Physalis peruviana* L., em função da adubação de plantio com NPK

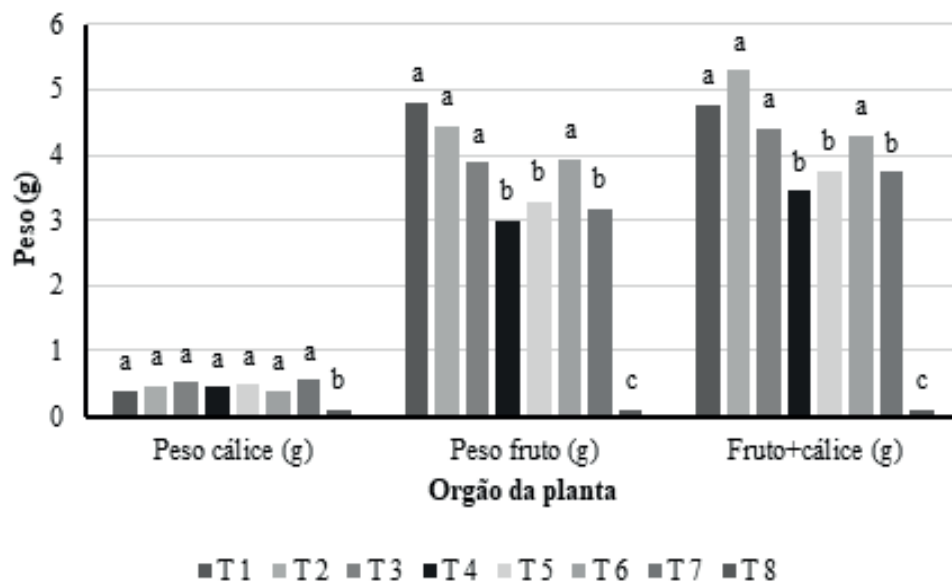
FV	Cálice	Fruto	Total	Diâmetro
Adubação NPK	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	24,52	25,12	22,17	11,66
Média	0,40	3,31	3,71	15,38

*: significativo pelo teste F, com 5% de probabilidade. FV: Fator de variação; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Somente as plantas de *Physalis* cultivadas sem adubação de plantio apresentaram menor peso médio de cálice, mostrando que essa variável não é influenciada pela dose de fertilizante aplicada, pois as combinações entre N, P₂O₅ e K₂O não alteraram seu desenvolvimento, e a menor dose é suficiente para aumento no peso do cálice (FIGURA 3).

Figura 3. Peso do cálice, peso do fruto e peso do fruto e cálice de plantas de *Physalis peruviana* L., em função de doses variadas de NPK aplicadas no transplantio da cultura



* Médias seguidas de letras semelhantes não diferem entre si, em cada dia de observação após o transplantio, pelo teste de Scott-Knott, com nível de 5% de probabilidade.

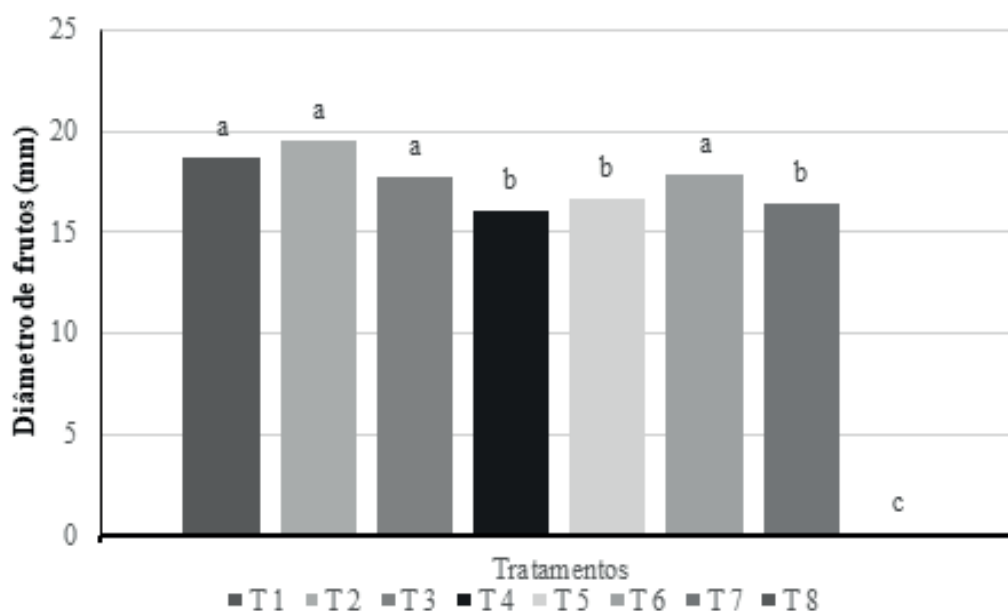
Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Em relação ao peso médio dos frutos obtido neste trabalho, o tratamento que promoveu maior incremento foi o T1, sendo semelhante a T2, T3 e T6. Os menores valores de peso médio do fruto dos tratamentos T4, T5 e T7 podem estar relacionados ao efeito salino provocado pela aplicação do fertilizante cloreto de potássio, sendo possível observar que os demais nutrientes, mesmo em doses elevadas, não interferiram nessa variável.

Independentemente da dose de NPK aplicada, os valores de peso médio dos frutos foram superiores ao obtido por Thomé e Osaki (2010) em trabalho avaliando o rendimento de três espécies de *Physalis* em função da adubação com NPK, desenvolvido no estado do Paraná, em que a espécie *Physalis peruviana* L. apresentou peso médio dos frutos inferior a 1,8 g, embora tenham encontrado resultados que evidenciam o aumento do rendimento da planta com o aumento da dose de NPK.

Para a soma do peso médio dos frutos e cálice, o comportamento foi semelhante ao peso médio dos frutos, uma vez que entre o peso médio do cálice não houve diferença significativa.

O diâmetro médio do fruto foi influenciado significativamente pelos tratamentos aplicados (TABELA 5, FIGURA 4).

Figura 4. Diâmetro de frutos de *Physalis peruviana* L., em função de doses variadas de NPK aplicadas no transplântio da cultura

* Médias seguidas de letras semelhantes não diferem entre si, em cada dia de observação após o transplântio, pelo teste de Scott-Knott, com nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Como observado para as variáveis peso médio dos frutos, cálice e frutos, o comportamento foi semelhante em relação ao diâmetro do fruto, essa diferença poderá ser atribuída ao que foi ressaltado anteriormente, dado que nas doses de potássio mais elevadas o comportamento se repete, podendo ter relação com o alto poder salino do Cl^- , que, mesmo sendo um micronutriente, em doses elevadas, pode causar danos à cultura.

Em relação à massa seca da parte aérea, raízes, total e relação entre parte aérea e raízes das plantas de *Physalis*, foram observadas diferenças entre as doses de fertilizantes aplicadas na adubação de plantio (TABELA 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância para massa seca da parte aérea (g), massa seca de raiz (g), massa seca total (g) e relação massa seca da parte aérea e da raiz das plantas de *Physalis peruviana* L., em função da adubação de plantio com NPK

FV	Aérea	Raiz	Total	Aérea/Raiz
Adubação NPK	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	22,88	32,98	21,54	27,96
Média	39,88	20,16	60,05	1,89

*: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. FV: Fator de variação; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

As plantas que receberam o Tratamento 7 apresentaram maior massa seca da parte aérea e total em relação às demais (TABELA 7). A dose de 300 kg ha⁻¹ de ureia, 150 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo e 300 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio resultou nos maiores valores de altura da planta, matéria seca e absorção de NPK (PARRA et al., 2014), sendo que neste trabalho a maior produção de massa seca foi com 1600 mg dm⁻³ de N, 4800 mg dm⁻³ P₂O₅ e 3200 mg dm⁻³, correspondendo, respectivamente, a 400 kg ha⁻¹ N, 1200 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 800 kg ha⁻¹ de K₂O.

Tabela 7. Massa seca da parte aérea, raiz, massa seca total e relação parte aérea e raiz de plantas de *Physalis peruviana* L., em função de doses variadas de NPK aplicadas no transplântio da cultura

TRATAMENTOS	Aérea	Raiz	Total	Aérea/Raiz
T1	19,62 d*	18.85 b	38.48 d	1.19 b
T2	29,48 d	17.13 b	46.61 d	1.80 a
T3	26,80 d	13.23 b	40.03 d	2.16 a
T4	53,05 b	23.47 a	76.52 b	2.33 a
T5	64,42 b	26.38 a	90.80 b	2.55 a
T6	38,94 c	23.93 a	62.88 c	1.75 a
T7	82,77 a	33.12 a	115.90 a	2.61a
T8	3,98 e	5.19 c	9.18 e	0.79 b
CV (%)	22,88	32,98	21,54	27,96

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott com 5% de probabilidade. T1: 400 mg dm⁻³ de N, 800 mg dm⁻³ de P₂O₅, 640 mg dm⁻³ de K₂O; T2: 600 mg dm⁻³ de N, 1200 mg dm⁻³ de P₂O₅, 960 mg dm⁻³ de K₂O; T3: 480 mg dm⁻³ de N, 2400 mg dm⁻³ de P₂O₅, 800 mg dm⁻³ de K₂O; T4: 800 mg dm⁻³ de N, 2400 mg dm⁻³ de P₂O₅, 1600 mg dm⁻³ de K₂O; T5: 1200 mg dm⁻³ de N, 3600 mg dm⁻³ de P₂O₅, 2400 mg dm⁻³ de K₂O; T6: 760 mg dm⁻³ de N, 1680 mg dm⁻³ de P₂O₅, 1400 mg dm⁻³ de K₂O; T7: 1600 mg dm⁻³ de N, 4800 mg dm⁻³ de P₂O₅, 3200 mg dm⁻³ de K₂O; T8: sem fertilização.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

O maior desenvolvimento das raízes foi verificado nas plantas que receberam os Tratamentos 4, 5, 6 e 7 (TABELA 7). As plantas com menor relação entre o peso da parte aérea e o peso de raízes foram as que receberam os Tratamentos 1 e 8. Observa-se que o tratamento com maior dose de NPK (T7) se destacou entre os demais, com plantas bem desenvolvidas tanto em relação à parte aérea quanto raízes, evidenciando uma nutrição adequada dessas.

O teor de graus brix foi influenciado significativamente pelas doses e combinações dos fertilizantes aplicados (TABELA 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para as características grau Brix dos frutos (°Bx), número total de frutos e produção total de frutos (g) das plantas de *Physalis peruviana* L., em função da adubação de plantio com NPK

FV	Grau Brix	Número de frutos	Produção
Adubação NPK	0,0000*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	9,99	25,47	26,53
Média	10,03	9,59	54,85

*: significativo pelo teste F, com 5% de probabilidade; FV: Fator de variação; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Na Tabela 9 são apresentadas as médias para graus brix dos frutos, número total de frutos e a produção total de frutos das plantas de *Physalis* em função da adubação de plantio com NPK.

Tabela 9. Valores de graus brix, número de frutos e produção de plantas de *Physalis peruviana* L., em função de doses variadas de NPK aplicadas no transplântio da cultura

Tratamentos	Grau Brix	Número de frutos	Produção
T1	11,70 a*	6,75 b	41.32 c
T2	11,90 a	7,75 b	62.13 b
T3	11,50 a	6,50 b	34.54 c
T4	11,26 a	8,85 b	53.23 b
T5	11,78 a	17,50 a	83.87 a
T6	11,23 a	10,50 b	67.75 b
T7	10,92 a	19,00 a	95.93 a
T8	0,00 b	0,00 c	0.00 d
CV (%)	9,99	25,47	26,53

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, com 5% de probabilidade. T1: 400 mg dm⁻³ de N, 800 mg dm⁻³ de P₂O₅, 640 mg dm⁻³ de K₂O; T2: 600 mg dm⁻³ de N, 1200 mg dm⁻³ de P₂O₅, 960 mg dm⁻³ de K₂O; T3: 480 mg dm⁻³ de N, 2400 mg dm⁻³ de P₂O₅, 800 mg dm⁻³ de K₂O; T4: 800 mg dm⁻³ de N, 2400 mg dm⁻³ de P₂O₅, 1600 mg dm⁻³ de K₂O; T5: 1200 mg dm⁻³ de N, 3600 mg dm⁻³ de P₂O₅, 2400 mg dm⁻³ de K₂O; T6: 760 mg dm⁻³ de N, 1680 mg dm⁻³ de P₂O₅, 1400 mg dm⁻³ de K₂O; T7: 1600 mg dm⁻³ de N, 4800 mg dm⁻³ de P₂O₅, 3200 mg dm⁻³ de K₂O; T8: sem fertilização.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Somente as plantas de *Physalis* cultivadas sem adubação de plantio apresentaram menor grau Brix (TABELA 9). Os valores de graus brix encontrados neste experimento foram superiores aos relatados por Valdivia Mares et al. (2016), em trabalho conduzido em campo, que foram entre 7,4 e 10,8. Por outro lado, Ianckiewicz et al. (2013) encontraram valores entre 13,56 e 14,74, valores esses superiores aos encontrados neste trabalho.

Ianckiewicz et al. (2013) afirmam que o teor de sólidos solúveis (grau Brix) está relacionado com a quantidade de açúcares, conseqüentemente, com o sabor dos frutos, o que confere maior qualidade ao produto, além de melhor aceitação no mercado. Portanto, os valores satisfatórios de sólidos solúveis obtidos no presente trabalho permitem inferir que, mesmo com baixas doses de adubação de plantio, essas não afetaram a qualidade dos frutos em relação à concentração de açúcares e, por conseqüência, o sabor dos frutos.

Em relação ao número total de frutos produzidos pelas plantas de *Physalis*, deve-se destacar os tratamentos 5 e 7 que apresentaram maior frutificação (TABELA 9). As plantas que apresentaram maior produção total de frutos foram as que receberam os Tratamentos 5 e 7. Embora esses tratamentos não tenham se destacado em relação ao peso médio do fruto e ao diâmetro médio do fruto, eles produziram maior número de frutos, gerando maior produção. Como a comercialização do *Physalis* é realizada com base no peso dos frutos, cabe destacar o Tratamento 5, que apresentou produção semelhante ao Tratamento 7 com a aplicação de 75% da dose de NPK utilizada neste tratamento. Parra et al., (2014) obtiveram efeitos positivos na aplicação de NPK sobre a produção de *Physalis peruviana* L. com as doses de 560 mg dm⁻³ de N, 280 mg dm⁻³ de P₂O₅ e 720 mg dm⁻³ de K₂O em experimento realizado na Colômbia.

Conclusões

De acordo com as condições em que o presente trabalho foi desenvolvido, a dose de NPK utilizada no plantio da cultura do *Physalis*, que promove maior produção de frutos, com maior economia, é 1200 mg dm⁻³ de N, 3600 mg dm⁻³ de P₂O₅ e 2400 mg dm⁻³ de K₂O.

Quanto ao desenvolvimento morfológico das plantas de *Physalis*, a dose de NPK indicada seria 1600 mg dm⁻³ de N, 4800 mg dm⁻³ de P₂O₅ e 3200 mg dm⁻³ de K₂O.

NPK Fertilization at Planting for *Physalis* (*Physalis peruviana* L.)

Abstract

Physalis peruviana L. (Solanaceae) is an Andean shrub species that produces sugary fruits. The cultivation of this species is recent, thus, aspects related to soil fertilization for it still need to be studied. The objective of this work was to define the rates of NPK fertilizer applied at planting that meet the requirements of physalis crops. The experiment was conducted at Institute Federal of Minas Gerais (IFMG), *Campus* Bambuí, from February 25 to November 23, 2015. A completely randomized design was used, with 8 treatments and 6 replications, totaling 48 experimental units. The treatments consisted of N, P₂O₅, and K₂O rates (kg ha⁻¹), using urea (45% N), monoammonium phosphate (9% N and 44% P₂O₅), and potassium chloride (58% of K₂O). Morphological and bromatological characteristics and fruit production were evaluated. Data were subjected to analysis of variance and the means grouped by the Scott-Knott test at 5% probability. The NPK rate that generates the higher fruit production and greater savings is 1200 mg dm⁻³ of N, 3600 mg dm⁻³ of P₂O₅, and 2400 mg dm⁻³ of K₂O, and the NPK rate that results in greater morphological development is 1600 mg dm⁻³ of N, 4800 mg dm⁻³ of P₂O₅, and 3200 mg dm⁻³ of K₂O.

Keywords: Cape gooseberry. Mineral nutrition of plants. Soil fertility. Production.

Referências

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Acesso em: 02 mar. 2016.

FISCHER, G. **Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la Uchuva *Physalis peruviana* L. en Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2005. 221p.

IANCKIEVICZ, A.; TAKABASBI, H. W.; FREGONEZI, G. A. F.; RODINI, F. K. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. **Ciência rural**, v. 43, n. 3, p. 438-444, 2013. Disponível em: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=24551118-2616-4d15-bac4-b3b4d28acd6b%40sessionmgr4007>. Acesso em: 03 mar. 2016.

LIMA, C. S. M. **Fenologia, sistemas de tutoramento e produção de *Physalis peruviana* na região de Pelotas, Rio Grande do Sul**. 117f. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, 2009.

PARRA, A. S.; BUCHELI, C. A.; MARÍN, A. C.; CORAL, O. C.; LAGOS, T. C. Respuesta de *Physalis peruviana* a la fertilización con diferentes dosis de N, P y K en el Altiplano de Pasto, Colombia. **Acta Agronómica**, v. 64, n. 4, p. 330-335, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/acag.v64n4.44290>. Acesso em: 05 fev. 2016.

RUFATO, A. R.; RUFATO, L.; LIMA, C. S. M.; MUNIZ, J. **A cultura da physalis**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p.172-238.

RUFATO, L.; ROSSI, R. A. de. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Pelotas: CAV/UEDESC, 2008. 100 p.

THOMÉ, M.; OSAKI, F. Adubação de nitrogênio, fósforo e potássio no rendimento de *Physalis* spp. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v8i1.10364>. Acesso em: 15 fev. 2016.

VALDIVIA-MARES, L. E.; ZARAGOZA, F. A. R.; GONZÁLEZ, J. J. S; VARGAS-PONCE, O. Phenology, agronomic and nutritional potential of three wild husk tomato species (*Physalis*, Solanaceae) from Mexico. **Scientia Horticulturae**, v. 200, p. 83–94, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.005>. Acesso em: 10 fev. 2016.

Histórico editorial

Submetido em: 05/01/2018

Aceito em: 27/03/2018