

Acúmulo de nutrientes em *Dioscorea cayennensis* l. submetidos a aplicações de diferentes adubos e bioestimulante

Nutrient accumulation in *Dioscorea cayennensis* l. subjected to applications of different fertilizers and biostimulant

Acumulación de nutrientes en *Dioscorea cayennensis* l. sometidos a aplicaciones de diferentes fertilizantes y bioestimulantes

DOI: 10.55905/oelv22n11-124

Receipt of originals: 10/11/2024

Acceptance for publication: 11/01/2024

Iuri Honório Santos

Mestre em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Endereço: Juazeiro, Bahia, Brasil

E-mail: iuri_honorio@hotmail.com

Marlon da Silva Garrido

Doutor em Tecnologias

Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Endereço: Juazeiro, Bahia, Brasil

E-mail: garridoms.univasf@gmail.com

Fabio Freire de Oliveira

Doutor em Tecnologias Energéticas

Instituição: Instituto Federal do Sertão Pernambucano

Endereço: Petrolina, Pernambuco, Brasil

E-mail: fabio.freire@ifsertao-pe.edu.br

Hideo de Jesus Nagahama

Doutor em Ciência Animal

Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Endereço: Juazeiro, Bahia, Brasil

E-mail: hideo.nagahama@univasf.edu.br

Welson Lima Simões

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: EMBRAPA Semiárido (CPATSA)

Endereço: Petrolina, Pernambuco, Brasil

E-mail: welson.simões@embrapa.br

Bruno Lopes do Nascimento Macedo

Graduando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Endereço: Juazeiro, Bahia, Brasil

E-mail: brunolnm.macedo@gmail.com

RESUMO

O inhame é uma planta que possui grande importância socioeconômica na região nordeste do país, fazendo parte da dieta regional; destaca-se por possuir valor agregado de suas tubéras em relação a outras fontes de carboidrato, como batata doce e mandioca. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a combinação de doses de potássio associada a fósforo, micronutrientes e bioestimulante no acúmulo de teores de nutrientes em *Dioscorea cayennensis* L. O delineamento foi em blocos casualizados, sendo os tratamentos compostos por: sulfato de potássio; sulfato de potássio + fósforo; sulfato de potássio + fósforo + micronutrientes; sulfato de potássio + fósforo + micronutrientes + bioestimulante Raiza®; e testemunha. O bioestimulante foi aplicado diretamente ao solo em forma de solução a 10% de concentração. As aplicações dos adubos foliares foram realizadas a cada 15 dias, tendo início aos três meses após o plantio. Os nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês foram determinados através da metodologia da EMBRAPA (2011), por digestão proposto por Thomaz et al. (1967) com a utilização de ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio. A aplicação da adubação potássica associada a fósforo, micronutriente e bioestimulante (T5) incrementou de maneira significativa o acúmulo dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e ferro em tubéras de inhame. T5 apresentou a maior média de peso das tubéras, 1,677 kg, diferindo significativamente da testemunha. Os tratamentos não influenciaram os teores de macro e micronutrientes sobre as folhas da cultura. Os fertilizantes utilizados nos tratamentos não influenciaram de maneira significativa o peso, nem comprimento médio das tubéras.

Palavras-chave: Potássio, Fósforo, Bioestimulante, Cultivo.**ABSTRACT**

The yam is a plant that has great socioeconomic importance in the northeast region of the country, being part of the regional diet; is notable for having added value of its tubers in relation to other sources of carbohydrate, such as sweet potatoes and cassava. The objective of the present work was to evaluate the combination of potassium doses associated to phosphorus, micronutrients and biostimulants in the accumulation of nutrient contents in *Dioscorea cayennensis* L. The treatments were: randomized blocks, with potassium sulphate; potassium sulfate + phosphorus; potassium sulphate + phosphorus + micronutrients; potassium sulphate + phosphorus + micronutrients + biostimulant Raiza®; and witness. The biostimulant was applied directly to the soil as a solution at 10% concentration. The applications of leaf fertilizers were performed every 15 days, beginning three months after planting. The nutrients nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, calcium, magnesium, copper, zinc, iron and manganese were determined through the methodology of EMBRAPA (2011), by digestion proposed by

Thomaz et al. (1967) with the use of sulfuric acid and hydrogen peroxide. The application of potassium fertilization associated with phosphorus, micronutrient and biostimulant (T5) significantly increased the accumulation of nutrients nitrogen, phosphorus, potassium and iron in yams. T5 presented the highest mean weight of the tubers, 1,677 kg, differing significantly from the control. The treatments did not influence the macro and micronutrients contents on the leaves of the culture. The fertilizers used in the treatments did not significantly influence the weight or average length of the tubers.

Keywords: Potassium, Phosphorus, Biostimulant, Cultivation.

RESUMEN

El ñame es una planta que tiene gran importancia socioeconómica en la región noreste del país, siendo parte de la dieta regional; se destaca por tener valor agregado de sus tubérculos en relación a otras fuentes de carbohidratos, como el camote y la yuca. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la combinación de dosis de potasio asociadas a fósforo, micronutrientes y bioestimulante sobre la acumulación de niveles de nutrientes en *Dioscorea cayennensis* L. El diseño fue en bloques al azar, con tratamientos compuestos por: sulfato de potasio; sulfato de potasio + fósforo; sulfato de potasio + fósforo + micronutrientes; sulfato de potasio + fósforo + micronutrientes + bioestimulante Raiza®; y testigo. El bioestimulante se aplicó directamente al suelo en forma de una solución de concentración al 10%. Las aplicaciones de fertilizantes foliares se realizaron cada 15 días, iniciando tres meses después de la siembra. Los nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, calcio, magnesio, cobre, zinc, hierro y manganeso se determinaron mediante la metodología de EMBRAPA (2011), mediante digestión propuesta por Thomaz et al. (1967) utilizando ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno. La aplicación de fertilizante potásico asociado a fósforo, micronutriente y bioestimulante (T5) incrementó significativamente la acumulación de nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio y hierro en los tubérculos de ñame. El T5 presentó el mayor peso promedio de tubérculo, 1.677 kg, diferenciándose significativamente del testigo. Los tratamientos no influyeron en los niveles de macro y micronutrientes en las hojas del cultivo. Los fertilizantes utilizados en los tratamientos no influyeron significativamente en el peso ni en la longitud promedio de los tubérculos.

Palabras clave: Potasio, Fósforo, Bioestimulante, Cultivo.

1 INTRODUÇÃO

O inhame é uma planta monocotiledônea, pertencente à família *Dioscoreaceae*, herbácea trepadeira, incluída ao gênero *Dioscorea* com cerca de 600 espécies. Destas, as mais importantes, por suas túberas comestíveis, são as *Dioscorea cayennensis*, *Dioscorea*

rotundata, *Dioscorea alata*, *Dioscorea trifida* e *dioscorea esculenta*. (Santos *et al.*, 2012).

Esta planta possui grande importância socioeconômica na região nordeste do país, fazendo parte com frequência na dieta regional; destaca-se por possuir valor agregado de suas túberas em relação a outras fontes de carboidrato, como batata doce e mandioca, e pela alta necessidade de mão-de-obra durante seu ciclo, principalmente na colheita, incrementando emprego e renda (Mesquita, 2002; Oliveira *et al.*, 2011).

Quanto a seu valor nutricional para alimentação, o tubérculo é útil para a saúde humana devido aos teores de minerais (Ca, P e Fe), carboidratos, aminoácidos essenciais, provitamina A e D, vitaminas C e do complexo B, além de propriedades medicinais usadas na farmacologia com destaque na síntese de cortisona e hormônios esteroides (Mesquita, 2002; Oliveira *et al.*, 2011).

É uma planta herbácea com hábito de crescimento determinante, anual ou perene e propagada vegetativamente por meio da fragmentação de suas túberas. Arbustiva de ramos delgados e com crescimento extenso, o inhame possui folhas simples, opostas, ovais, com ápice pontiagudo. As flores são unissexuais e frutos são cápsulas. As túberas subterrâneas são grandes e têm muitos ramos laterais (perfilhos), sua coloração externa é marrom escura e possuem textura carnosa, seu interior, possui uma polpa rica em amido na ordem de 75 a 84% da biomassa total (Diby *et al.*, 2011).

Quarta maior cultura de raízes do mundo, ao lado da mandioca, batata e batata doce, se constituindo uma alternativa agrícola para atender a demanda do mercado interno e externo, o destino da produção de inhame varia de acordo com a qualidade do produto e da época do ano, podendo abastecer o mercado interno, em vários estados do Nordeste e de outras regiões, ou ainda, seguir a rota da exportação (Akinoso; Olatoye, 2013).

Nas regiões de clima árida e semiárida como o nordeste do país, o inhame é uma cultura de grande relevância na alimentação humana, sobretudo devido a sua grande capacidade rústica de se adaptar ao ambiente. Rusticidade essa, expressa na capacidade de tolerar altas temperaturas, resistência ao déficit hídrico, alta eficiência no uso de nutrientes e alta capacidade de conservação pós-colheita em condições de ambiente natural. Além do consumo in natura, as túberas oferecem grande potencial industrial,

como na produção de farinha e amido, com substituição da farinha de trigo no processo de fabricação de pães, com larga vantagem econômica (Rodrigues; Sumioka; 2003).

Quanto às culturas produtoras de túberas, especialmente o inhame, o fornecimento de nutrientes minerais, dentre eles o Potássio, é importante para a obtenção de altas produtividades, principalmente quando está disponível em todos os estágios de crescimento e em quantidades satisfatórias para o pleno desenvolvimento da planta (Oliveira *et al.*, 2002).

Em trabalho desenvolvido por Oliveira *et al.* (2011), estes observaram elevação no rendimento de túberas de inhame *Dioscorea cayennensis*, em função da adubação mineral com 100 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, incremento significativo de 4,4 t ha⁻¹ em relação à testemunha. Por outro lado, Jian *et al.* (2004) também utilizando as mesmas doses de N, P e K em inhame *Dioscorea zingiberensi*, obtiveram aumento de 20% na produção de túberas. Com relação ao efeito do potássio em cultura produtora de raízes tuberosas, Brito *et al.* (2006) obtiveram aumentos na massa média e na produtividade de raízes comerciais na batata-doce, em função do seu uso (Bandeira, 2013).

Diversos estudos demonstram uma elevada exigência nutricional pela *Dioscorea spp.* no decorrer de todo o seu ciclo, especialmente na fase de tuberização, momento em que a planta deixa de utilizar as reservas da túbera-semente e passa a exigir suprimento externo de nutrientes. Nesse sentido, os objetivos desses estudos estão no fato de se determinar as doses ideais dos macronutrientes para cultura do gênero, bem como estabelecer as melhores recomendações de quantidades necessárias de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para obtenção de produtividade e qualidade de produtos desejáveis pelo mercado de forma economicamente viável (Oliveira *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2011).

Ante as propostas tecnológicas apresentadas nesse estudo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a combinação de doses de Potássio associada a Fósforo, micronutrientes e bioestimulante, no acúmulo dos teores de nutrientes e, conseqüentemente, sua influência na produção de *Dioscorea cayennensis* L.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental da Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf, Campus Juazeiro, localizada no município de Juazeiro-Ba, coordenadas geográficas 9°24'41" de latitude sul e 40°30'58" de longitude oeste, com uma altitude de 368 m, que, segundo Köppen, possui clima tropical semiárido, tipo BshW, seco e quente, caracterizado pela escassez e irregularidades de precipitações (média de 521 mm/ano), com chuvas no verão e forte transferência de água para a atmosfera em consequência das altas temperaturas.

A condução do experimento foi em ambiente protegido, casa de vegetação, no período de março a dezembro de 2016. O plantio foi realizado com fração de rizóforos (200 g) de *Dioscorea Cayennensis* L. (inhame), em vasos com capacidade de 60 litros, preenchidos com solo Neossolo flúvico, descrito na tabela 1. Utilizou-se espaçamento de 1,2 x 0,6 m, e as plantas foram conduzidas por sistema de tutoramento, com auxílio de hastes de 1,80 m de altura.

Tabela 1. Caracterização química do solo anteriormente ao plantio utilizado para o cultivo do inhame.

Macronutrientes										
pH	dS m ⁻¹ C.E _{ES}	mg dm ⁻³ P	cmol dm ⁻³							-- % -- V
			K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ Al	T	Al ³⁺	
6,9	0,34	40,26	0,23	0,02	1,5	0,4	0,17	2,32	0,00	93
Micronutrientes										
mg dm ⁻³										
	Cu		Fe		Mn		Zn			
	0,4		25,4		28,6		5,8			

CE_{ES} = condutividade elétrica do extrato de saturação; M.O = matéria orgânica; P = fósforo disponível extraído por Mehlich⁻¹; Ca²⁺ = cálcio trocável; Mg²⁺ = magnésio trocável; Na⁺ = sódio trocável; K⁺ = potássio trocável; Al³⁺ = acidez trocável; T = capacidade de troca catiônica; V = saturação por bases; Fe = ferro; Mn = manganês; Cu = cobre; Zn = zinco. Micronutrientes extraídos por Mehlich⁻¹.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A adubação foi aplicada conforme metodologia proposta por O'Sullivan (2010), adaptada por Oliveira (2013), em que, além do fornecimento dos fertilizantes através dos tratamentos, foram adicionados 20 t ha⁻¹ de substrato e 460, 400 e 60 kg ha⁻¹ de potássio (K₂SO₄), fósforo (MAP) e micronutrientes na adubação de fundação, respectivamente;

além de 480 kg ha⁻¹ de nitrogênio, via solo, em partes iguais durante o estágio vegetativo da cultura, durante 3 meses a cada 15 dias.

A aplicação dos tratamentos iniciou-se aos 90 dias após o plantio das túberas-
sementes, no início da tuberização, e as demais a cada 15 dias, totalizando 8 aplicações. As aplicações foram via foliar com um volume de calda de 70 mL realizadas com o uso de pulverizador manual com capacidade de 100 ml, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva. O bioestimulante Raiza® foi aplicado na quantidade de 100 ml de solução, diretamente ao solo, na concentração de 10%, conforme recomendação do fabricante.

O delineamento experimental adotado foi bloco casualizado, com 5 tratamentos e 8 repetições, que consistiram de: T1 – testemunha; T2 – Potássio (560 mg); T3 – Potássio (560 mg) + Fósforo (390 mg); T4 – Potássio (560 mg) + Fósforo (390 mg) + Micronutrientes (100 mg); T5 – Potássio (560 mg) + Fósforo (390 mg) + Micronutrientes (100 mg) + Bioestimulante (100 ml).

Como fonte de potássio utilizou-se o produto comercial Sulfato de potássio (K₂SO₄) e para fósforo, o Freefos®. Como fonte de micronutrientes utilizou-se o produto comercial Supra Trace®, contendo 3,50 p/p de Enxofre, 0,40 p/p de Boro, 0,75 p/p de Cobre, 2,40 p/p de Ferro, 1,81 p/p de Manganês, 0,03 p/p de Molibdênio e 2,30 p/p de zinco.

Como fonte do extrato vegetal, utilizou-se o produto comercial Raiza®, um bioestimulante vegetal (composto de fitormônios, agentes osmoprotetores, oligopeptídeos, alginatos, manitol, oligo e polissacarídeos, betaínas, poliaminas e vitaminas extraídos da alga *Ascophyllum nodosum*), com a concentração de 10,7% p/p (12% p/v) de amionocidos livres, 4,0% p/p (4,5% p/v) de nitrogênio total, 1,7% p/p (1,9% p/v) de nitrogênio orgânico e 2,3% p/p (2,6% p/v) de nitrogênio uréico.

Para a determinação de nutrientes nas folhas, foram realizadas 3 avaliações destrutivas ao longo do desenvolvimento, a cada fase fenológica (vegetativa, tuberização e maturação), nas datas de 75, 115 e 175 dias após a brotação. Foram utilizadas folhas do terço médio de 1 planta por tratamento, em cada bloco, para cada amostragem. O acúmulo de nutrientes minerais nos rizóforos foi avaliado ao final do ciclo após a colheita.

A cada coleta as folhas e os rizóforos foram acondicionadas em sacos de papel e esse material levado para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem massa constante. Após a secagem, o material foi moído em micro moinho, homogeneizados e armazenados para posterior avaliação.

Os nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês foram determinados através da metodologia da EMBRAPA (2011), com a utilização de ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, no Laboratório de Solos e de Análise Vegetal do Instituto Federal Pernambucano – IF Sertão Pernambucano, Campus Zona Rural, Petrolina-PE.

O nitrogênio foi determinado por oxidação dos compostos orgânicos por via úmida e em seguida por destilação a vapor e titulação para contabilização do N amoniacal (N - NH₄). A fração do teor de fósforo foi determinada espectrofotometricamente, por meio da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdato com o ácido arcórbico.

O potássio e o sódio foram determinados por meio de espectrofotometria de emissão atômica, com o uso de um fotômetro de chamas. O cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês foram quantificados com o auxílio de um espectrofotômetro de absorção atômica. A colheita das plantas foi realizada aos 9 meses após o plantio, momento no qual foi realizada a pesagem das túberas em balança de precisão, determinando-se o diâmetro e o comprimento das túberas por meio de fita métrica.

Na análise estatística foram realizadas análises de variância com aplicação do teste de F e quando as interações forem significativas realizou-se os desdobramentos das interações e aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação dos efeitos das diferentes combinações dos adubos através dos tratamentos, foi aplicado o teste de Sheffé a 5% de probabilidade, aplicando-se os seguintes contrastes: Y1= (T1-T5); Y2= (T2-T5); Y3= (T3-T5); Y4= (T4-T5) e Y5= (T1+T2) - (2T5).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises realizadas nas folhas, nos diferentes estádios fenológicos da cultura, vegetativo, tuberização e maturação (Tabelas 2, 3 e 4), mostraram que não houve efeito significativo da aplicação dos diferentes adubos e bioestimulante, não havendo incremento nas quantidades de nutrientes com a combinação de fertilizantes.

Tabela 2. Teores de elementos minerais em folhas de *Dioscorea cayennensis* L. na fase vegetativa

Tratamentos	Macronutrientes					Micronutrientes				
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
	N	P	K	Mg	Ca	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 - 0	16,00	10,40	10,21	2,19	9,23	0,43	0,19	1,58	1,36	2,58
T2 - K	15,31	11,15	10,12	1,59	7,63	0,50	0,16	1,61	1,34	2,35
T3 - K+P	17,50	9,53	10,44	1,92	6,74	0,50	0,12	1,64	1,10	2,19
T4 - K+P+Micro	14,44	9,50	10,06	2,20	8,98	0,49	0,26	1,72	1,34	2,57
T5 - K+P+Micro+Bio	17,06	10,22	10,19	1,64	7,66	0,44	0,16	1,55	1,30	2,83
Média Geral	16,06	10,16	10,20	1,91	8,05	0,47	0,18	1,62	1,29	2,50
C.V. %	22,49	25,92	3,02	36,44	31,60	23,37	57,88	10,62	43,99	18,24

T1 - 0 = Testemunha; T2 - K = Adubação potássica; T3 - K+P = Adubação potássica + fósforo líquido; T4 - Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes; Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes + bioestimulante. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Isso corrobora com os resultados encontrados por Carvalho (2016) que, aplicando manipueira associada com bioestimulante, manipueira pura e bioestimulante puro, observou que não houve alterações significativas nas quantidades de nutrientes.

Os macronutrientes presentes nas folhas no estágio fenológico vegetativo (Tabela 2) apresentou como média geral de 16,06; 10,16; 10,2; 1,91 e 8,05 g kg⁻¹ para N, P, K, Mg e Ca, respectivamente. Já em relação aos micronutrientes, estes apresentaram valores médios de 0,47; 0,18; 1,62; 1,29; 2,5 mg kg⁻¹ de Na, Cu, Zn, Fe e Mn, respectivamente. Ressalta-se ainda que, nesta fase ainda não tinha sido aplicado os tratamentos com as combinações de adubações potássicas.

Na fase de tuberização (Tabela 3), em que ocorreu o início da aplicação dos tratamentos, em relação ao nitrogênio, a média continuou próxima ($16,0 \text{ g kg}^{-1}$) ao do estágio vegetativo, no entanto, ocorreu um leve aumento dos teores foliares em relação aos macronutrientes, que apresentaram médias 12,47; 11,02; 2,31; $10,68 \text{ g kg}^{-1}$ para P, K, Mg e Ca, respectivamente; como também para os micronutrientes Cu, Zn, Fe e Mn com valores médios de 0,37; 2,86; 1,59 e $3,66 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 3. Teores de elementos minerais em folhas de *Dioscorea cayennensis* L. na fase de tuberização

Tratamentos	Macronutrientes					Micronutrientes				
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
	N	P	K	Mg	Ca	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 - 0	16,62	11,95	11,0	2,35	11,8	0,25	0,25	2,07	1,34	2,76
T2 - K	16,19	13,67	11,19	2,00	9,00	0,19	0,30	2,35	1,15	2,85
T3 - K+P	16,19	12,37	11,13	2,55	10,29	0,40	0,58	2,5	1,63	3,34
T4 - K+P+Micro	15,0	12,67	10,89	2,22	11,28	0,50	0,67	3,98	2,02	4,64
T5 - K+P+Micro+Bio	16,0	11,65	10,94	2,43	11,01	0,52	0,65	3,52	1,81	4,74
Média Geral	16,00	12,47	11,02	2,31	10,68	0,37	0,49	2,86	1,59	3,66
C.V. %	23,07	25,43	3,62	34,51	30,76	59,60	59,60	50,23	42,88	41,12

T1 - 0 = Testemunha; T2 - K = Adubação potássica; T3 - K+P = Adubação potássica + fósforo líquido; T4 - Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes; Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes + bioestimulante. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na terceira fase, estágio de maturação (Tabela 4), os nutrientes continuaram a aumentar nas folhas em relação aos estádios anteriores, com os macronutrientes com médias 12,84; 3,26; $16,55 \text{ g kg}^{-1}$ para P, Mg e Ca, respectivamente; como também para os micronutrientes Na, Cu, Zn, Fe e Mn com valores médios de 0,86; 1,30; 3,40; 3,90 e $3,72 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente. Especificamente no caso da quantidade de potássio, este diminuiu seu teor na folha, uma vez que, paralelo a isso, aumentou-se o acúmulo do

mesmo nas túberas (Tabela 5), indicando que ocorreu o carreamento entre o estágio de tuberização e maturação do K para as túberas da cultura.

Tabela 4. Teores de elementos minerais em folhas de *Dioscorea cayennensis* L. na fase de maturação

Tratamentos	Macronutrientes Minerais					Micronutrientes Minerais				
	----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----				
	N	P	K	Mg	Ca	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 - 0	14,35	14,30	8,5	2,71	14,78	1,00	1,27	3,28	3,62	3,63
T2 - K	16,91	13,91	7,14	4,18	18,41	0,89	1,11	3,28	4,04	3,64
T3 - K+P	16,33	10,68	7,83	3,06	15,63	0,75	1,18	2,74	4,65	2,93
T4 - K+P+Micro	14,43	13,09	7,50	2,86	15,80	0,94	1,52	4,11	2,83	4,14
T5 - K+P+Micro+Bio	16,73	12,24	10,57	3,50	18,11	0,72	1,41	3,59	4,39	4,28
Média Geral	18,10	12,84	8,31	3,26	16,55	0,86	1,30	3,40	3,90	3,72
C.V. %	15,75	31,75	33,84	33,20	28,90	24,27	86,32	33,62	34,82	25,11

T1 - 0 = Testemunha; T2 - K = Adubação potássica; T3 - K+P = Adubação potássica + fósforo líquido; T4 - Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes; Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes + bioestimulante. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os teores de nutrientes acumulados nas túberas (Tabela 5), através das análises de variância apresentados na Tabela 12, nota-se que a cultura do inhame respondeu significativamente à aplicação dos tratamentos em relação ao acúmulo dos nutrientes nas túberas, especialmente o N, P, K e Fe.

O acúmulo desses nutrientes refere-se à capacidade de exportação das folhas (fonte) para as túberas (dreno), mostrando que os fertilizantes aplicados através dos tratamentos incrementaram os teores desses elementos químicos.

Tabela 5. Acúmulo de elementos minerais em túberas de *Dioscorea cayennensis* L.

Tratamentos	Macronutrientes Minerais					Micronutrientes Minerais				
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
	N	P	K	Mg	Ca	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
T1 - 0	7,80	7,77	21,43	0,44	2,42	0,50	0,53	2,32	2,46b	1,50
T2 - K	8,64	9,70	27,60	0,48	2,57	0,74	0,60	2,31	2,35b	1,60
T3 - K+P	12,27	12,24	28,86	0,35	2,5	0,69	0,59	2,48	3,11b	1,57
T4- K+P+Micro	10,95	12,36	32,75	0,43	2,48	0,73	0,60	2,38	5,21a	1,66
T5- K+P+Micro+Bio	12,54	13,27	31,75	0,44	2,45	0,74	0,58	2,54	4,97a	1,80
Média Geral	10,44	11,07	28,48	0,43	2,48	0,68	0,58	2,40	3,62	1,63
C.V. %	14,64	8,61	12,47	46,89	11,88	31,03	19,03	17,32	21,52	22,35

T1 - 0 = Testemunha; T2 - K = Adubação potássica; T3 - K+P = Adubação potássica + fósforo líquido; T4 - Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes; Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes + bioestimulante. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os maiores teores de nitrogênio, nas túberas (Tabela 6), foram ocasionados pelos tratamentos T5, T3 e T4, que apresentaram valores de N na ordem de 12,54; 12,27 e 10,95 g kg⁻¹, respectivamente; e que proporcionaram diferenças significativas em relação aos tratamentos T2 e T1, em que apresentaram médias de 8,64 e 7,80 g kg⁻¹ de N, respectivamente.

Tabela 6. Acúmulo de elementos minerais: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e ferro (Fe), nas túberas, em função de diferentes adubações

Fatores de variação	N	P	K	Fe
	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹
T1 - 0	7,80 b	7,77 c	21,43 b	2,46 b
T2 - K	8,64 b	9,70 b	27,60 a	2,35 b
T3 - K+P	12,27 a	12,24 a	28,86 a	3,11 b
T4 - K+P+Micro	10,95 a	12,36 a	32,75 a	5,21 a
T5 - K+P+Micro+Bio	12,54 a	13,27 a	31,75 a	4,97 a
Média Geral	10,44	11,07	28,48	3,62
C.V. %	14,64	8,61	12,47	21,52

T1 - 0 = Testemunha; T2 - K = Adubação potássica; T3 - K+P = Adubação potássica + fósforo líquido; T4 - Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes; Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes + bioestimulante. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O que indica que a estratégia de adubação potássica associada a fósforo, micronutrientes e bioestimulante acarretaram uma exportação significativa do nitrogênio para os rizóforos da cultura.

Em relação aos teores de fósforo, o comportamento dos nutrientes nas folhas foi semelhante ao de nitrogênio, com T5, T4 e T3 apresentando médias de 13,27; 12,36 e 12,24 g kg⁻¹, respectivamente; proporcionando diferença significativa em relação aos médias de T2 e T1 com 8,64 e 7,80 g kg⁻¹ de P, respectivamente.

No caso do potássio, os valores encontrados nas túberas foram superiores aos das folhas em todas as fases (vegetativa, tuberização e maturação), o que indica que, devido à alta mobilidade do nutriente, este foi translocado com bastante eficiência para as túberas. T1 com média de 21,43 g kg⁻¹ foi diferente a T2 (27,60 g kg⁻¹), e ambos diferiram de forma significativa em relação aos tratamentos de T3, T4 e T5 com médias de 28,86; 32,75; e 31,75 g kg⁻¹, respectivamente.

Em relação aos micronutrientes, o ferro foi o único elemento que apresentou diferença significativa entre os tratamentos T1, T2 e T3 com médias de 2,46; 2,35; 3,11 mg kg⁻¹, nesta ordem, e a média de T4 (5,21 mg kg⁻¹) e T5 (4,97 mg kg⁻¹). Esse incremento ferro, juntamente com o aumento de nitrogênio nas túberas, é explicado pela associação entre esses dois elementos, uma vez que o Fe se associa N, sendo elemento constituinte do grupo prostético de proteínas, necessário à síntese de clorofila e à divisão celular, atuando na fixação do nitrogênio e desenvolvimento das túberas.

Aplicando-se o contraste, através do teste de Scheffé, sobre o acúmulo de nutrientes nas túberas de inhame (N, P, K e Fe), verificou-se que as diferenças significativas existentes, mostradas na Tabela 12, são em decorrência das adubações utilizadas nos tratamentos. Mostrou-se T3, T4 e T5 foram superiores a T1 e T2 em relação ao teor e N. Para o P, T2 foi superior a T1 e ambos inferiores a T3, T4 e T5. Para o K, a adubação testemunha foi inferior aos demais tratamentos. E por fim, no caso do acúmulo de Fe, a estratégia de adubação de T4 e T5 foi superior a T1, T2 e T3.

Na Tabela 7, apresentam-se os valores médios do peso fresco, comprimento e diâmetro das túberas de inhame, bem como os parâmetros estatísticos: médias gerais e coeficientes de variação. Constata-se que houve diferenças significativas entre

tratamentos sobre o peso fresco médio das túberas, significando que a adubação mineral empregada teve influência positiva no comportamento produtivo da cultura.

Verificou-se ainda que, o tratamento equivalente à T5, proporcionou a média mais elevada do peso fresco médio das túberas (1,677 kg), superando significativamente a média do tratamento T1 de 1,007 kg, obtida com o tratamento testemunha (sem adubo mineral). Este resultado foi corroborado com o contaste de Scheffé, em que foi verificado que a diferença foi, realmente, provocada por conta da adubação com potássio, fósforo, micronutrientes e bioestimulante utilizada no referido tratamento.

Tabela 7. Peso fresco das túberas (Pft), comprimento (Ct) e diâmetro (Dt) de túberas de inhame, em função dos tratamentos avaliados

Fatores de variação	Pft – kg	Ct – cm	Dt – cm
T1 - 0	1,007 b	19,00 a	7,68 a
T2 - K	1,391 ab	22,75 a	8,78 a
T3 - K+P	1,196 ab	19,00 a	8,36 a
T4 - K+P+Micro	1,299 ab	22,81 a	8,82 a
T5 - K+P+Micro+Bio	1,677 a	24,56 a	9,58 a
Média Geral	1,314	21,62	8,63
C.V. %	26,95	20,36	16,60

T1 - 0 = Testemunha; T2 - K = Adubação potássica; T3 - K+P = Adubação potássica + fósforo líquido; T4 - Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes; Adubação potássica + fósforo líquido + micronutrientes + bioestimulante. CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O resultado encontrado está de acordo com os trabalhos realizados por Santos (2009), pelo IPEANE (1969), Plucknett *et al.* (1971) e Silva (1983) que indicaram resposta positiva da cultura do inhame à adubação de NPK, o que incrementou a produtividade e o peso fresco médio das túberas.

Não foram verificadas diferenças significativas para os tratamentos avaliados sobre o comprimento e o diâmetro das túberas, em que apresentaram médias gerais de 21,62 e 8,63 cm, respectivamente; indicando que a adubação mineral não teve influência nesses parâmetros de produção, fato atribuído, provavelmente, ao tamanho da amostra de uma única túbera tomada em cada bloco para mensuração dessas dimensões, bem como

a variação das formas dos rizóforos. Estes resultados encontram-se em acordo com trabalho realizado por Santos (2009), que também não encontrou diferença significativa para aplicação de macro e micronutrientes em *Dioscorea Cayennensis*, com valores de 25,63 e 7,06 cm para o comprimento e diâmetro das túberas, respectivamente.

4 CONCLUSÕES

A aplicação da adubação potássica associada a fósforo, micronutriente e bioestimulante (T5) incrementou de maneira significativa o acúmulo dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e ferro em túberas de inhame.

A estratégia de adubação utilizada em T5 apresentou a maior média de peso das túberas, 1,677 kg, diferindo significativamente do tratamento testemunha.

Os tratamentos utilizados não influenciaram os teores de macro e micronutrientes sobre as folhas nos diferentes estádios fenológicos da cultura.

Os fertilizantes utilizados nos tratamentos não influenciaram de maneira significativa o peso, nem comprimento médio das túberas.

REFERÊNCIAS

AKINOSO, R., OLATOYE, K. K. Energy utilization and conservation in instantpounded yam flour production. **International Food Research Journal**, v. 20, p. 575 – 579, 2013.

BANDEIRA, N. V. S.; OLIVEIRA, A. P.; DANTAS, D. F. S.; SILVA, J. A.; DANTAS, T. A. G. Produtividade máxima e econômica do inhame em função de doses de potássio. **Revista Caatinga**, v. 26, p. 110-115, 2013.

BRITO, C. H.; Oliveira, A. P.; Alves, A. U.; Dorneles, C. S. M.; Santos, J. F. Nóbrega, J. P. R. Produtividade da batata-doce em função de doses de K₂O em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.3, p. 320-323, 2006.

CARVALHO, J. N. **Bioestimulante e manipueira no cultivo de *Dioscorea alata***. Dissertação de Mestrado (Pós Graduação em Agronomia-Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Centro de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2016. 50f.

DIBY, L. N.; HGAZA, V K.; TIÉ, T. B.; CARSKY, R.; GIRARDIN, O.; ASSA, A. Mineral nutrients uptake and partitioning in *Dioscorea Cayennensis* and *Dioscora rotundata*. **Journal of Applied Biosciences**, v.38, p.2531-2539, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. rev. ampliada. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 627p.

IPEANE – Instituto de Pesquisa Agropecuária do Nordeste (Recife). **Cultura econômica do cará-inhame**. Recife, 1969. 14p. (IPEANE. Série Extensão, 5).

JIAN, A. N. W.; ZENGLAI, X.; GUORONG, W.; CHONGMING, C.; XIDA, W.; ZHIZUN, D.; JUNGYAO, C.; YUNYUN, S. Effect of N, P, K on rhizome yield and diosgenin content of *Dioscorea zingiberensis*. **Journal of Chinese Medicinal Materials**, v. 27, n. 12, p. 891-893, 2004.

MESQUITA, A. S. Inhame e taro: Cenários dos mercados internacional, brasileiro e baiano. **Bahia Agrícola**, v. 5, p. 54-64, 2002.

O’SULLIVAN, J.N. **Yam nutrition: nutrient disorders and soil fertility management**. ACIAR Monograph No. 144. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 2010. 112 pp.

OLIVEIRA, A. N. P.; OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, L. C.; OLIVEIRA, A. P; SILVA, J. A.; SILVA, D. F; SILVA, N. V.; SANTOS, R. R. Adubação fosfatada em inhame em duas épocas de colheita. **Horticultura brasileira**, v. 29, n. 4, out.- dez. 2011.

OLIVEIRA, A. P.; BARBOSA, L. J. N.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. E. L.; OLIVEIRA, A. N. P., Produção de Rizóforos comerciais de inhame em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 73-76, 2007.

OLIVEIRA, A.P.; FREITAS NETO, P. A.; SANTOS, E. S. Qualidade do cará-da-costa em função de épocas de colheita e da adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 115 -118, 2002.

PLUCKNETT, D. L. Taro production in Hawaii. **Word Crops**, v.23, n.5, p.224-249, 1971.

RODRIGUES, E. T.; SUMIOKA, A. T. Produção de cará em função de fontes orgânicas de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 4, p. 822-828, 2003.

SANTOS, E. S.; MATIAS, E. C.; BARBOSA, M. M. Resposta da cultura do inhame à fertilização com macro e micronutrientes em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico. **Tecnologia & ciência agropecuária**, v. 3, p. 39-46, 2009.

SANTOS, E. S; LACERDA, J. T; MATIAS, E. C; BARBOSA, M. M. **Cultivo do inhame em base agroecológica**. João Pessoa: EMEP-PB, 2012.

SILVA, A. A. **Cultura do cará-da-costa**: Dioscorea cayenneis Lam. var. Rotundata Poir. 2 ed. Fortaleza: BNB-ETENE, 1983. 73p.