

Produção de bananeira 'Prata Anã' sob adubações de potássio e magnésio em área irrigada com água calcária na localidade de Januária - MG.

Production of banana 'Prata Anã' under potassium and magnesium fertilizations in an area irrigated with limestone in the locality of Januária - MG.

Producción de banano 'Prata Anã' bajo fertilizaciones de potasio y magnesio en un área regada con piedra caliza en la localidad de Januária - MG.

Recebido: 27/06/2020 | Revisado: 01/07/2020 | Aceito: 05/07/2020 | Publicado: 17/07/2020

Ayrton Farias Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5822-2309>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Brasil

E-mail: ayrton.viana@yahoo.com.br

Dilermando Dourado Pacheco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2613-1135>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Brasil

E-mail: ddpacheco.agro@gmail.com

Tatiane Carla Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5317-9388>

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil

E-mail: tcs.agronomia@gmail.com

Nelson Licínio Campos de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2198-5713>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Brasil

E-mail: nelson.oliveira@ifnmg.edu.br

Maysa Gonçalves Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4141-785X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Brasil

E-mail: maysa.goncalves@yahoo.com

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo determinar os efeitos da aplicação de K e Mg sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo da banana 'Prata Anã' (*Musa spp.*) irrigada com água alcalina oriunda de aquífero subterrâneo. O experimento foi conduzido no setor de fruticultura

do IFNMG-Campus Januária. Testaram-se as doses de 5, 10, 15, 20 e 30 g/família ao mês com sulfato de magnésio; e 20, 40, 60, 80 e 120 g/família ao mês com cloreto de potássio combinadas pela matriz experimental do Quadrado Duplo (incompleto); e uma testemunha com omissão no fornecimento de adubações potássica e magnésiana. Foram avaliadas as características de desenvolvimento vegetativo (circunferências a 0,3 e 1,3 m de altura do pseudocaule) e produtivo (massa de penca, massa da 2ª penca, número de frutos da 2ª penca, número de fruto por cacho, número de pencas por cacho, massa do fruto central, comprimento e diâmetro dos frutos centrais da 2ª penca e massa do engaço). As características avaliadas, número de pencas e comprimento dos três frutos centrais da segunda penca não foram afetadas significativamente pelas doses aplicadas dos fertilizantes K e Mg. As estimativas de máxima eficiência das adubações ocorreram ao combinar as seguintes doses do fertilizante $MgSO_4$ com 120 g de KCl para a maioria das características avaliadas. Os modelos lineares para o fator cloreto de potássio indicam a necessidade de desenvolvimento de novas pesquisas com intuito de determinar pontos de inflexões a esse adubo para as características avaliadas no presente trabalho.

Palavras-chave: Banana; Fruto; Crescimento; Nutrientes.

Abstract

The present work aimed to determine the effects of the application of K and Mg on the vegetative and productive development of the banana 'Prata Anã' (*Musa* spp.) irrigated with alkaline water from an underground aquifer. The experiment was conducted in the fruit sector of the IFNMG-Campus Januária. The doses of 5, 10, 15, 20 and 30 g / family per month were tested with magnesium sulfate; and 20, 40, 60, 80 and 120 g / family per month with potassium chloride combined by the experimental Double Square matrix (incomplete); and a witness with omission in the supply of potassium and magnesium fertilizers. The characteristics of vegetative development (circumferences at 0.3 and 1.3 m in height of the pseudostem) and productive (mass of clump, mass of the second clump, number of fruits of the second clump, number of fruit per cluster, number of bunches per bunch, mass of the central fruit, length and diameter of the central fruits of the 2nd bunch and stalk mass). The evaluated characteristics, number of clumps and length of the three central fruits of the second clump were not significantly affected by the applied doses of fertilizers K and Mg. The estimates of maximum fertilizer efficiency occurred when combining the following doses of $MgSO_4$ fertilizer with 120 g of KCl for most of the evaluated characteristics. The linear models for the potassium chloride factor indicate the need for further research in order to

determine inflection points for this fertilizer for the characteristics evaluated in the present work.

Keywords: Banana; Fruit; Growth; Nutrients.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar los efectos de la aplicación de K y Mg en el desarrollo vegetativo y productivo del plátano 'Prata Anã' (*Musa spp.*) regado con agua alcalina de un acuífero subterráneo. El experimento se realizó en el sector frutícola del IFNMG-Campus Januária. Las dosis de 5, 10, 15, 20 y 30 g / familia por mes se analizaron con sulfato de magnesio; y 20, 40, 60, 80 y 120 g / familia por mes con cloruro de potasio combinado por la matriz experimental de doble cuadrado (incompleta); y un testigo con omisión en el suministro de fertilizantes de potasio y magnesio. Las características del desarrollo vegetativo (circunferencias a 0.3 y 1.3 m de altura del pseudotallo) y productivo (masa del grupo, masa del segundo grupo, número de frutos del segundo grupo, número de frutos por racimo, número de racimos por racimo, masa del fruto central, longitud y diámetro de los frutos centrales del segundo racimo y masa del tallo). Las características evaluadas, el número de grupos y la longitud de los tres frutos centrales del segundo grupo no se vieron significativamente afectados por las dosis aplicadas de fertilizantes K y Mg. Las estimaciones de la eficiencia máxima del fertilizante se produjeron al combinar las siguientes dosis de fertilizante de $MgSO_4$ con 120 g de KCl para la mayoría de las características evaluadas. Los modelos lineales para el factor de cloruro de potasio indican la necesidad de más investigación para determinar los puntos de inflexión de este fertilizante para las características evaluadas en el presente trabajo.

Palabras clave: Plátano; Fruta; Crecimiento; Nutrientes.

1. Introdução

A bananeira (*Musa spp.*) é uma cultura de clima tropical e subtropical que desenvolve bem em temperaturas na faixa de 21 a 29,5 °C (Soto Ballester, 1992) e em precipitação média anual de 1.900 mm bem distribuídos durante o ano (Coelho, Oliveira & Costa, 2001). A banana é a fruta mais produzida no mundo, sendo cultivada em 107 países em uma área próxima de 5,5 milhões de ha e produção de 113 milhões de toneladas (Andrade, 2016). A linha de produção desta fruta emprega de forma direta e indireta cerca de 960 mil pessoas no mundo (FAO, 2012).

Essa cultura é muito sensível aos distúrbios nutricionais, e por isto é necessária uma atenção especial para a sua adubação. O equilíbrio dos nutrientes é fundamental para o bom desenvolvimento dessa planta, pois, caso contrário, um elemento em excesso pode promover deficiência de outro, comprometendo processos fisiológicos da planta, tornando-a menos produtiva e mais suscetível às pragas e doenças. Há no norte de Minas Gerais muitos cultivos de bananeira “Prata anã” e é comum o declínio de produtividades devido a desequilíbrios nutricionais. O mal do Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) é um exemplo de doença da bananeira favorecida por deficiências nutricionais, que reduz de modo drástico, o estande da plantação (Silva, Borges & Malburg, 1999).

Nesse sentido, a produção de bananeira depende de uma relação adequada entre os nutrientes K: Ca: Mg. Existe uma proporção ideal desses nutrientes no solo para que a planta possa desenvolver de forma saudável. Sobretudo a irrigação e a adubação são práticas culturais que necessitam de adequado manejo para manter viável o cultivo da bananeira.

O K melhora a resistência e a qualidade dos frutos de banana (Silva, Borges & Malburg, 1999). De acordo com Borges (2004), o K atua na translocação dos fotossintatos e no balanço hídrico. Segundo os mesmos autores, a deficiência desse nutriente, afeta diretamente o cacho que passa a produzir frutos menores e inviáveis para comercialização, com maturação irregular e polpa de baixa qualidade. A deficiência de K pode ser causada pelo baixo teor de K no solo, lixiviação ou calagem excessiva. Em caso de teor no solo inferior a $0,60 \text{ cmolc} \cdot \text{dm}^{-3}$ de K, e recomendado realizar adubação potássica. Dentre as fontes de K, tem-se o cloreto (58 % de K_2O), o sulfato (50 % de K_2O) e o nitrato de potássio (46 % de K_2O) (Ribeiro, Guimarães & Venegaz, 1999).

O Ca é ativador enzimático e atua na divisão celular, estimulando o desenvolvimento de raízes e folhas. Ele é um nutriente imóvel na planta e por isso a sua deficiência se manifesta principalmente nas folhas novas. A deficiência de Ca é responsável por maturação irregular dos frutos e podridões (Borges & Oliveira, 2018). O Mg é componente da clorofila, ativa um grande número de enzimas e permite o transporte de P (Silva, 2010). A absorção deste nutriente também está relacionada com as relações de equilíbrio com Ca e K na solução do solo (SOUSA *et al.* 2007). Além de pouca clorofila, Moreira (2010) afirma que plantas deficientes em Mg produzem cachos raquíticos e deformados, de maturação ruim, de polpa mole e viscosa, e com sabor desagradável.

Conforme Silva, Silva, Moura Neto e Costa (2008) os teores de K no solo, que variam de 200 a $350 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, são normalmente suficientes para o crescimento e a produção da bananeira. Entretanto, se o Ca e Mg estiverem presentes em quantidades elevadas, pode

ocorrer deficiência de K. É importante para bananeira não somente os teores absolutos de K, Ca e Mg no solo, mas, principalmente, o equilíbrio entre eles.

A bananeira é uma cultura que exige uma relação de Ca: Mg: K no solo (3:1:0,5). É comum elevadas quantidades de Ca presentes em água salina e isto aumenta a recomendação de doses de fertilizantes contendo Mg e K, tornando o custo da adubação inviável (Lima, 1997). Assim, para o bom desenvolvimento da bananeira, as quantidades de K, Ca e Mg devem corresponder a 10%, 60% e 30% da saturação por bases, respectivamente. Quando há deficiência de K, a relação $K / (K+Ca+Mg)$ fica em 0,04, enquanto com excesso, a relação é de 0,2 (Martin-Prével, 1985).

Quanto à irrigação, a escassez de água de superfície no norte de Minas Gerais levou a necessidade de explorar água proveniente de poços tubulares, e essas normalmente apresentam valor de condutividade elétrica superior ao de água captada em rios (Nunes, Dias, Moura, Souza Neto & Costa, 2013). O uso indiscriminado de água alcalina no semiárido mineiro, sem o adequado manejo dos solos, é responsável por abandono de áreas agrícolas exploradas com culturas sensíveis ao excesso de sais (Nunes, Dias, Moura, Souza Neto & Costa, 2013).

Ribeiro, Lima, Faria, Santos e Kobayashi (2010) relatam que água com altos teores de HCO_3^- e Ca^{2+} eleva o pH do solo e perturba o equilíbrio entre Ca, K e Mg em solos de áreas irrigadas. Os íons, quando em excesso, principalmente Na e Cl, interfere em processos fisiológicos importantes para o crescimento das plantas. Também em excesso, na solução do solo, esses sais elevam as forças de retenção de água pelo solo por seu efeito osmótico, causando uma escassez de água na planta capaz de prejudicar o seu rendimento.

A peculiaridade de forte abrangência de rochas carbonáticas no norte de Minas Gerais, do domínio geológico grupo Bambuí, levou ao longo dos processos de intemperismo e de formação dos solos regionais uma expressiva liberação de bicarbonato de cálcio nas águas subterrâneas e de superfície local, gerando desequilíbrios com outras importantes bases do solo. (Faria, Lima, Ribeiro, Santos & Ribeiro, 2009).

A nossa pesquisa se justifica a partir de considerarmos que as relações entre Ca: K: e Mg no solo ficam desequilibradas devido à irrigação com água alcalina rica em Ca, assim, é de fundamental importância que se utilize fertilizantes à base de K e Mg e que se determine a dose ideal desses dois últimos para que o sistema mantenha a produção e a longevidade de empreendimentos agrícolas (Faria, Lima, Ribeiro, Santos & Ribeiro, 2009).

Desse modo, numa contribuição ao tema: relações entre Cálcio, Potássio e Magnésio no solo, o objetivo da presente pesquisa foi determinar os efeitos das doses de K e Mg no solo

sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo da bananeira ‘Prata Anã’ irrigada com água calcária e verificar a correlação entre as características avaliadas.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido no setor de fruticultura no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas - campus Januária, Fazenda São Geraldo, município de Januária, MG, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 15°26`S, Longitude: 44°22`W, e altitude de 474 m. A região apresenta temperatura média anual de 24,4C, umidade relativa média de 60% e precipitação média anual de 814 mm (Oliveira, Silva & Ramos, 2020).

Foram coletadas amostras de solo (Tabela 1) nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade para caracterização química e física da área experimental. Também foi feita a coleta e a avaliação de amostra de água utilizada na irrigação (Tabela 2).

Tabela 1 – Caracterização físico-química de amostra de solo coletada na camada de 0-20 cm de profundidade, na área experimental.

.....Composição Química.....											Comp. Física....		
pH ¹	MO ²	P ³	K ³	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	H+Al ₅	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³	Areia	Silte	Argila
dag kg ⁻¹		...mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³mg dm ⁻³dag kg ⁻¹		
8,07	0,1	88,6	70	1,9	0,5	0,0	0,76	4,3	88,1	44,6	7,2	78	6	16

1 = pH em água; 2 = Colorimetria; 3 = Extrator: Mehlich-1X; 4 = Extrator: KCl 1 mol/L; 5 = pH SMP.

IFNMG, Januária, 2019.

Tabela 2 – Caracterização química da água utilizada para irrigação do bananal durante o experimento.

.....Composição química.....								
pH	CE	Ca	Mg	K	Na	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻
.dS m ⁻¹ a 25°C.	 mg. L ⁻¹						
7,7	0,32	134,6	27,8	1,5	2,0	0,00	138,5	35,5

IFNMG, Januária, 2019.

O experimento foi conduzido durante um ciclo da cultura, utilizando uma área de bananeira ‘Prata Anã, (segundo ciclo), irrigada com água subterrânea, em um esquema de fileira dupla com espaçamento de 4x2x2 m (4 m entre fileiras duplas, 2 m entre fileiras e 2m entre plantas) totalizando 1.666 plantas/ha, submetidas à adubações de Mg e K. As mudas

utilizadas para a implantação do experimento foram oriundas de cultura de tecido e cada parcela experimental foi constituída de 6 plantas, dispostas em arranjo de três plantas por cada linha da fileira dupla.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados com três repetições, em um esquema fatorial incompleto pela matriz experimental Quadrado Duplo, testando as doses de 5; 10; 15; 20 e 30 g por família por mês de sulfato de magnésio ($MgSO_4$) e de 20; 40; 60; 80 e 120 g por família por mês de cloreto de potássio (KCl) (Quadro 1). Testou-se também um tratamento adicional, com omissão de adubação potássica e magnésiana, totalizando 14 tratamentos.

Quadro 1 – Combinação de doses de potássio e magnésio seguindo fatorial fracionado pela matriz experimental do Quadrado Duplo e um tratamento testemunha.

Tratamentos	Cloreto de potássio	Sulfato de magnésio
g por família por mês.....	
1	20	5
2	60	5
3	120	5
4	40	10
5	80	10
6	20	15
7	60	15
8	120	15
9	40	20
10	80	20
11	20	30
12	60	30
13	120	30
14	0	0

IFNMG, Januária, 2019.

As doses dos demais nutrientes foram determinadas de acordo com as exigências nutricionais da bananeira, seguindo as recomendações sugeridas por Silva, Borges e Malburg (1999). Assim, os outros fertilizantes aplicados foram mensalmente 60 g de sulfato de amônio por família; e trimestralmente 5 dm^3 de esterco bovino, 150 g de superfosfato triplo, 5 g de ácido bórico e 10 g sulfato de zinco.

A irrigação foi realizada pelo sistema de microaspersão e o seu manejo definido de acordo com as condições de umidade do solo e água na planta. Os microaspersores foram dispostos ao centro de cada fileira dupla, com cada um aspersor atendendo a necessidade hídrica de quatro plantas. Os tratos culturais foram realizados dentro da metodologia do sistema convencional de produção para bananeira.

A produtividade da bananeira foi determinada no segundo ciclo de cultivo a partir da colheita dos cachos, mensurando a massa total destes. Também foi feita a contagem de frutos por cacho, número de pencas por cacho, massa do engaço, número total de frutos por cacho, massa e número de frutos da segunda penca, e coleta de três frutos na região central da segunda penca e suas respectivas massas e a mensuração do diâmetro e comprimento destes frutos. Também foi feita a medição da circunferência do pseudocaule a 0,30 e 1,30 m de altura das plantas por ocasião das colheitas dos cachos.

Os dados de crescimento e de produção da bananeira “Prata anã” foram submetidos às análises de variância, de regressão e de correlação linear de Pearson utilizando o programa estatístico SAEG versão 9.1 (Funarbe ,2007).

3. Resultados e Discussão

As características vegetativas e produtivas – massa das pencas (MP), massa da segunda penca (MSP), massa dos três frutos centrais da segunda penca (MFCSP), número de frutos da segunda penca (NFSP), número total de frutos (NTF), circunferência de pseudocaule (CP), diâmetro dos três frutos centrais da segunda penca (DFC) – apresentaram respostas significativas às doses de $MgSO_4$ e KCl. O número total de pencas (NP) e comprimento dos três frutos centrais da segunda penca (CFCSP) não apresentaram respostas significativas à adubação potássica e magnésiana.

As características em que foram selecionados modelos significativos, estes foram quadráticos ao fator $MgSO_4$ e linear às doses de KCl. No caso específico das características massa do engaço, número total de frutos e número de frutos da segunda os ajustes foram lineares aos dois fatores.

Paula, Pasqual, Pio, Pinho e Santos (2015), testando doses de K e Mg, constataram que a absorção de K por cultivares de bananeiras foi inibida quando se elevou a concentração de Mg nas plantas, atribuindo tal resultado à inibição competitiva se estabelece entres esses dois elementos. Silva e Simão (2015) relataram que o desequilíbrio entre as concentrações de Ca: K: Mg no solo torna a cultivar ‘Prata Anã’ incapaz de responder satisfatoriamente à adubação potássica.

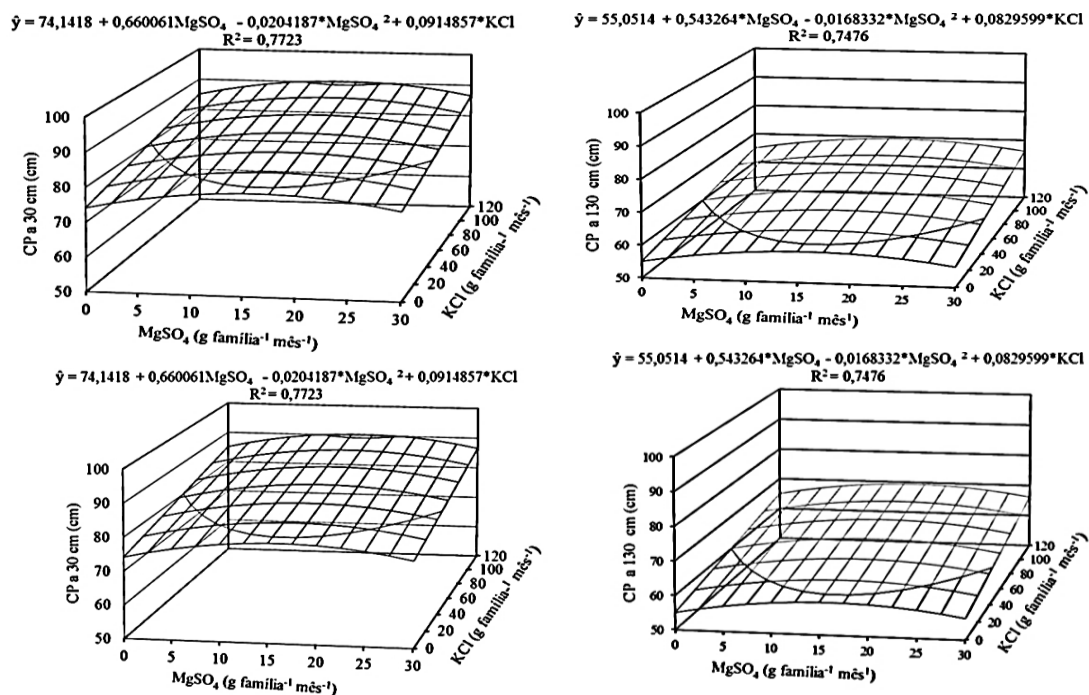
Fernandes, Ramos, Valadares, Lopes e Faquin (2008), avaliando a fertilidade do solo, a nutrição mineral e a produtividade da bananeira por dez anos, constaram aumento nos teores de Ca, Mg e P, enquanto os de K reduziram de forma quadrática. Eles explicaram que a

água calcária utilizada para irrigação, rica em Ca e Mg, contribuíram na elevação destes em detrimento do acúmulo de K.

Silva e Simão (2015) estimaram doses de 880 kg.ha⁻¹ de K₂O para que bananeira “Prata Ana” pudesse atingir a máxima produtividade. A partir dessa quantidade de adubo, as plantas atingiram patamar produtivo igual a 25,3 kg de cacho.

A adubação potássica promoveu aumento linear nos valores de circunferência de pseudocaule (0,30 m e 1,30 m em relação ao nível do solo), enquanto o melhor efeito do MgSO₄ foi estimado nas doses de 16,16 g por planta a 0,30 m e 16,13 g por planta a 1,30 m (Figuras 1A e 1B). Os valores máximos estimados para circunferência foram de 90,45 e 69,38 cm por planta a 0,3 e 1,3 m acima do nível do solo, respectivamente. Silva, Silva, Moura Neto e Costa (2008), avaliando mudas de “Prata anã” em estudo com aplicação de potássio, magnésio e calcário, verificaram que a circunferência do pseudocaule aumentou de forma quadrática em resposta às doses de K, ao passo que diminuiu linearmente em resposta ao fertilizante magnésiano.

Figura 1. Circunferência do pseudocaule a 0,30 m e 1,30 m do solo em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.

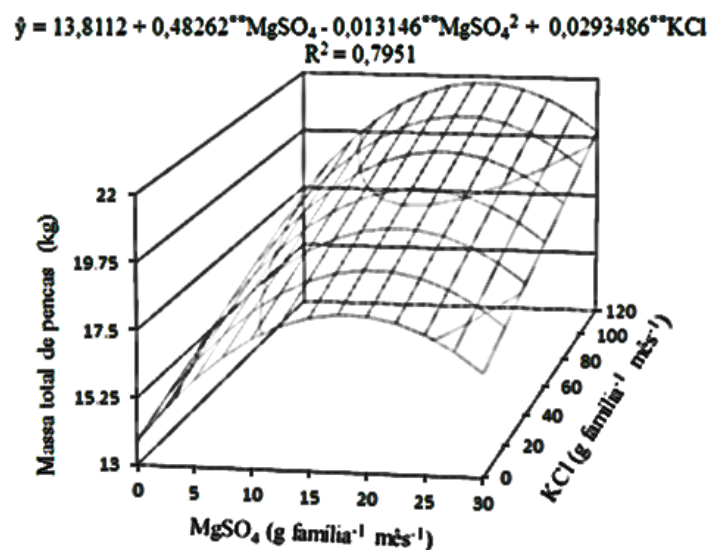


Fonte: IFNMG, Januária (2019).

Nascimento, Bonomo, Souza, Reis e Magalhães (2018), avaliando a nutrição nitrogenada e potássica em variedade ‘Pacovan Ken’, constataram que a circunferência de pseudocaule diminuiu com o aumento das doses de K_2O . Mendonça, Duarte, Costa, Matos e Seleguini (2013) associam a circunferência do pseudocaule ao vigor da planta, que se expressa também pela sua capacidade de sustentação do cacho. Esses mesmos autores ainda salientam que plantas que apresentam maior circunferência são menos suscetíveis ao tombamento.

Neste trabalho foi estimado o valor de 21,76 kg de pencas por planta ao se combinar a aplicação mensal de 18,35 g de $MgSO_4$ e 120 g de KCl por família (Figura 2). Quando não se aplicou fertilizante potássico e magnésiano, a produção de pencas foi sensivelmente menor, com uma queda de 36,53% se comparado à máxima estimativa. Associada ao espaçamento 4x2x2 m, a máxima produtividade estimada foi de 36,25 toneladas de pencas de banana ‘Prata Anã’ por hectare.

Figura 2. Massa total de pencas em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e $MgSO_4$ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

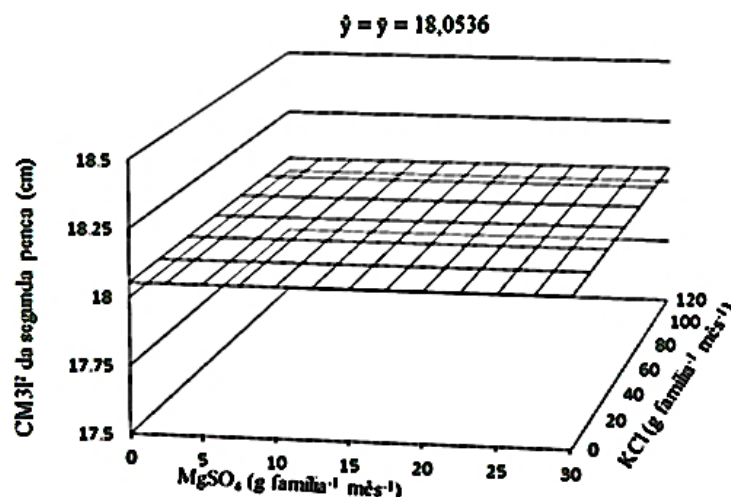
Silva e Simão (2015), ao avaliar o conjunto pencas mais engaço, obtiveram variações de produções de 20,1 a 25,3 kg por cacho em áreas de bananeira ‘Prata Anã’ adubadas com valores próximos a $900 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O . Nomura *et al.* (2016) observaram que a massa dos frutos de bananeiras ‘Prata Anã’ foi expressiva no 1º e no 2º ciclo ao testar doses de 855

kg.ha⁻¹ de K₂O, 50 % acima da adubação recomendada, promovendo produtividade de 24,7 ton.ha⁻¹, a qual correspondeu incremento produtivo de 19,4% acima às de plantas sem adubação potássica

Costa *et al.* (2012), avaliando o crescimento, a produção e o acúmulo de potássio em bananeira 'Galil 18' sob irrigação e fertilização potássica, verificaram que o cacho acumulou 25% do total de K acumulado na parte área quando foram fornecidas 185,6 kg.ha⁻¹ de K e 1.302 mm de água por ciclo. Mendonça, Duarte, Costa, Matos e Seleguini (2013) relatam que dentro do grupo Prata, os genótipos 'FHIA 01', 'Prata Anã' e 'PA94-01' se destacam por produzirem cachos com massas mais elevadas.

O comprimento de frutos da segunda penca não foi afetado significativamente pelas doses de K e Mg, estimando-se um valor médio de 18,05 cm por fruto (Figura 3). Maia *et al.* (2003), avaliando doses de potássio, nitrogênio e fósforo em bananeiras 'Prata Ana' na região de Jaíba, MG, observaram que doses acima de 1.000 g por família por ano de K₂O tiveram efeito positivo no comprimento de frutos da segunda penca.

Figura 3. Comprimento dos três frutos da segunda penca em bananeira 'Prata Anã', irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

Silva e Carvalho (2005) afirmam que a massa do cacho é diretamente relacionada ao comprimento de frutos em segundo ciclo de produção do cultivar 'Thap Maeo'. Nomura *et al.* (2016), ao medir o comprimento de frutos, não constataram efeito significativo da adubação

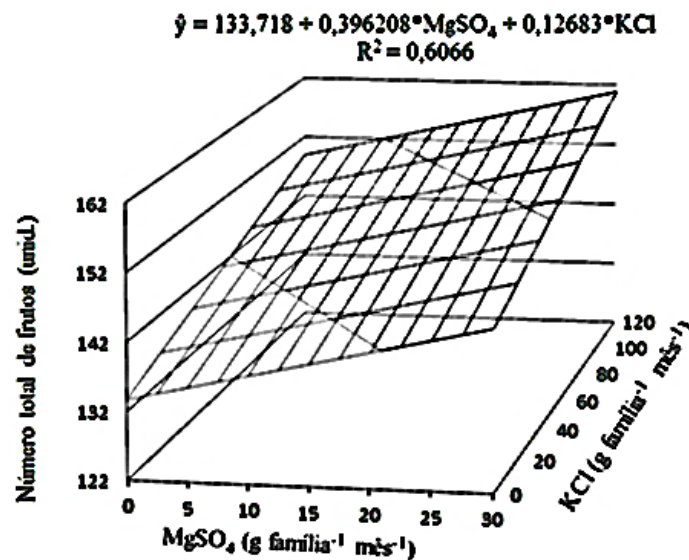
com N e K, atingindo valores médios de 21, 21 e 29,9 cm, respectivamente, para os genótipos ‘FHIA 17’, ‘Nanicão IAC2001’ e ‘Grande Naine’. Esses valores não atendem a preferência do consumidor nacional, que deseja frutos de tamanho entre 12 e 19 cm, segundo Matsuura, Costa e Folegatti (2004).

Silva e Simão (2015) observaram que o comprimento dos frutos respondeu linearmente às doses de K_2O durante o 2º, 3º e 4º ciclo de avaliação e em três safras avaliadas as máximas estimativas foram 18,4; 19,4 e 18,3 cm, respectivamente. Esses valores são próximos aos encontrados na presente pesquisa, que foi de 18,05 cm.

Oliveira (2015), em cultivo de bananeira ‘BRS Conquista’ sob doses de Mg e níveis de água para irrigação, observou que o comprimento de frutos respondeu de forma quadrática à adubação magnésiana e a dose máxima estimada para a variável foi de 220 $kg \cdot ha^{-1}$ de $MgSO_4$.

O número total de 161 frutos por cacho foi o máximo estimado ao se combinar as doses de 30 g de $MgSO_4$ e 120 g de KCl (Figura 4). Esse valor foi de 27 frutos acima do estimado quando ambas as adubações foram suprimidas, ou seja, a combinação adequada entre os adubos K e Mg favoreceu um incremento de 17% no número de frutos. Nomura *et al.* (2016), testando as cultivares PA 94-01 e Prata anã, também atestaram a importância da adubação potássica para definir maior número de frutos no cacho, sendo a dose de 855 kg por ha por ano de K_2O a que melhor se destacou. Já Oliveira (2015) constatou resposta quadrática do número de frutos por cacho em resposta à adubação magnésiana, com ponto máximo na dose de 220 $kg \cdot ha^{-1}$ de $MgSO_4$.

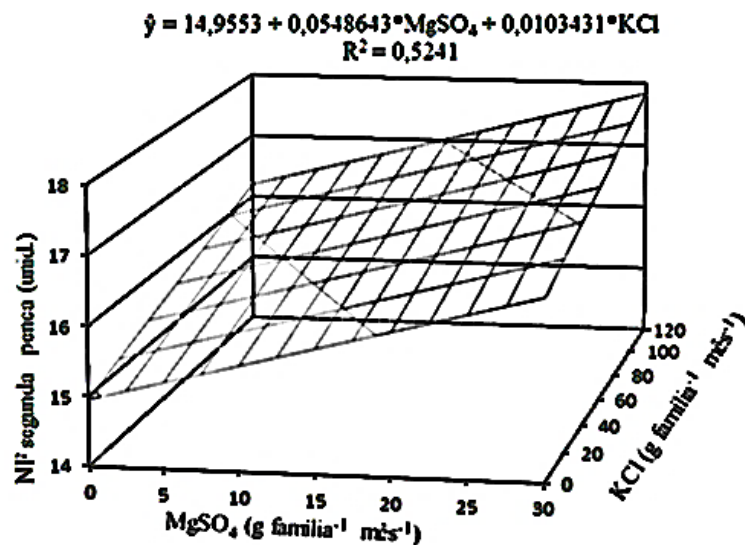
Figura 4. Número total de frutos em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

O máximo de frutos na segunda penca foi de 17,84 unidades, sendo estimado em famílias de bananeira adubadas com 30 g de MgSO₄ e 120 g de KCl ao mês (Figura 5). Essa adubação permitiu aumento de 2,88 de frutos na segunda penca comparado às plantas sem adubação potássica e magnésiana. Oliveira (2015) observou que a variável número de frutos por penca se ajustou de forma quadrática a doses de magnésio e obteve a máxima estimativa com a dose de 194 kg.ha⁻¹ de MgSO₄.

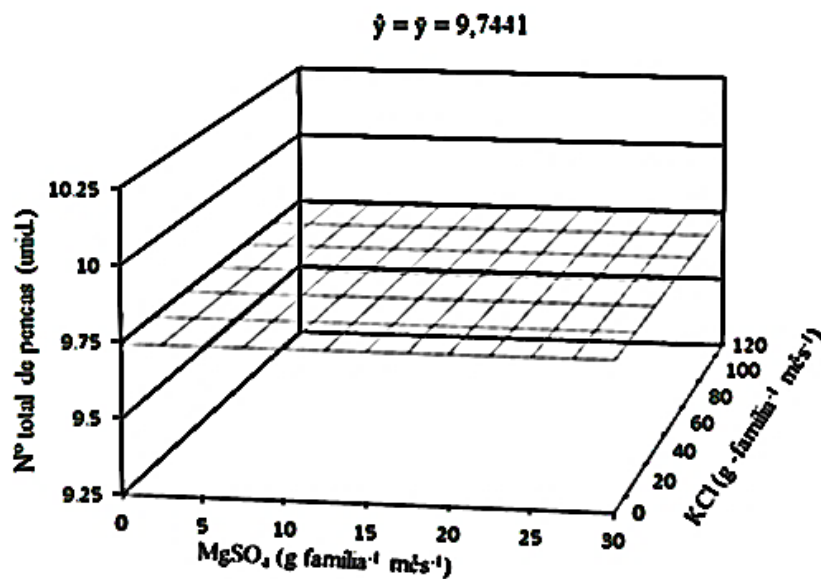
Figura 5. Número de frutos da segunda penca em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

A produção total de pencas assumiu número médio de 10 unidades, não sendo afetada de modo significativo pelas doses de KCl e MgSO₄ (Figura 6). Santos *et al* (2014) observou efeito significativo da adubação potássica sobre o número de pencas por cacho, havendo ganho de 27% nessa característica com a aplicação de 100 kg.ha⁻¹ de K₂O. Bolfarini *et al.* (2014) afirma que o número de pencas é uma variável produtiva de grande interesse para o produtor e relevante nos trabalhos de melhoramento genético da bananeira, pois a penca constitui-se a unidade comercial da cultura.

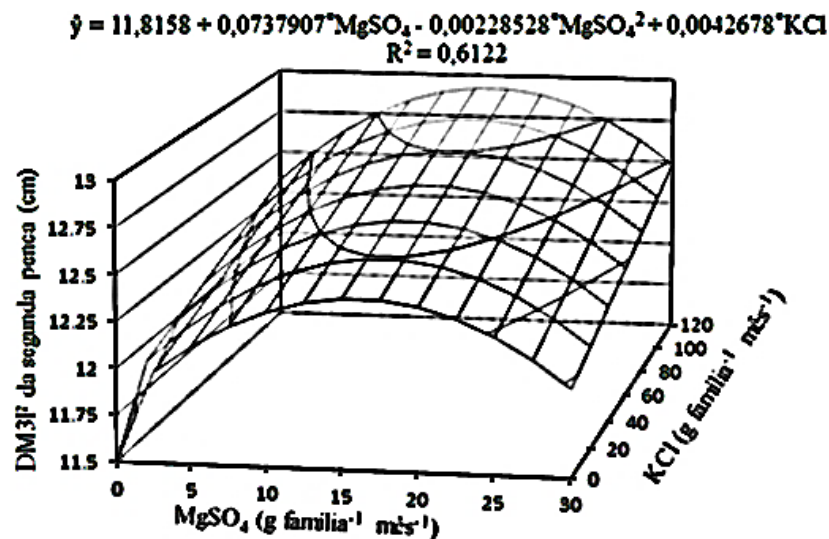
Figura 6. Número total de penca em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e $MgSO_4$ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

Os três frutos centrais da segunda penca apresentaram maior diâmetro na dose combinada de 16,14g de $MgSO_4$ e 120 g de KCl por família ao mês (Figura 7). Oliveira (2015) verificou que a variável diâmetro dos frutos de bananeira ‘BRS Conquista’ apresentou resposta linear positiva à adubação magnésiana até o maior valor testado de 253 kg.ha⁻¹ de $MgSO_4$.

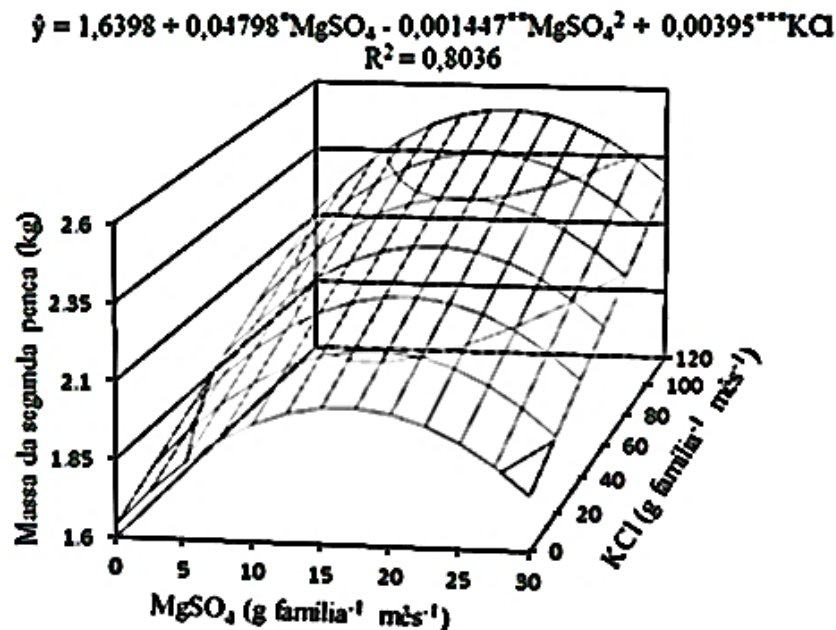
Figura 7. Diâmetro dos três frutos da segunda penca em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

A massa da segunda penca apresentou máxima produção, 2,51 kg, quando as bananeiras foram adubadas com doses estimadas de 16,57 g de MgSO₄ e 120 g de KCl por família ao mês (Figura 8). As plantas sem adubação potássica e magnésiana produziram segunda penca de menor vigor, sendo 0,870 kg mais leves, ou seja, 34,71% menos produtiva comparada à situação de plantas com a maior eficiência de adubação.

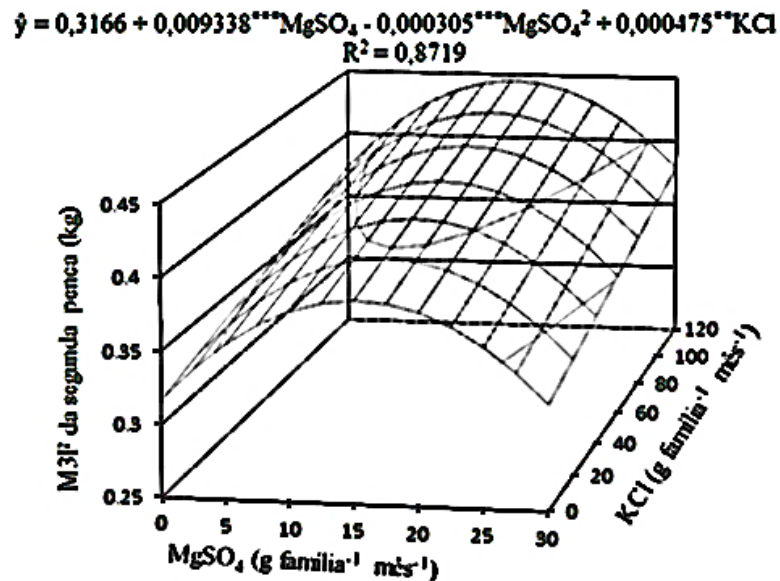
Figura 8. Massa da segunda penca em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

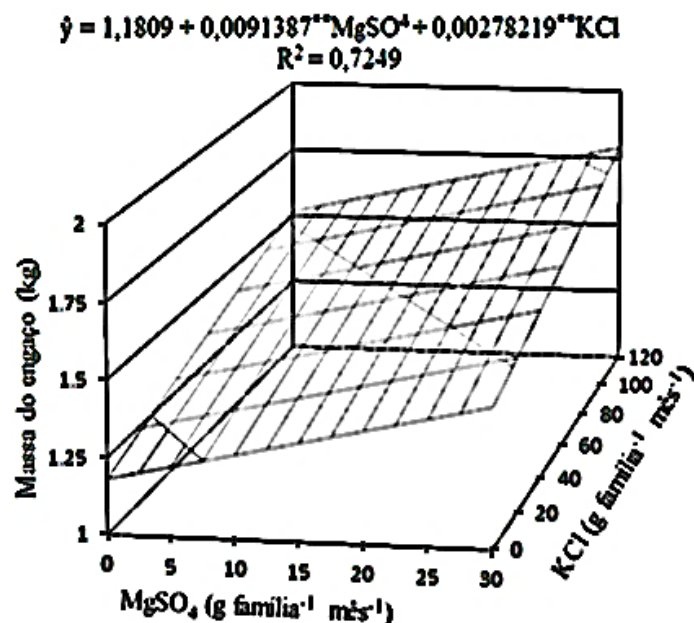
A massa dos três frutos centrais da segunda penca atingiu máximo valor, 0,44 kg, quando as bananeiras foram supridas com doses combinadas de 15,30 g de MgSO₄ e 120 g de KCl ao mês (Figura 9). Em relação à massa do engaço, o valor máximo estimado foi de 1,788 kg, estimado na adubação combinada de 30 g de MgSO₄ e 120 g de KCl por família ao mês (Figura 10), com um incremento de 0,608 kg (33,98 %) em relação às plantas com omissão da adubação potássica e magnésiana.

Figura 9. Massa dos três frutos da segunda penca em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

Figura 10. Massa do engaço em bananeira ‘Prata Anã’, irrigada com água subterrânea de natureza calcária no Norte de Minas Gerais, em função da combinação doses de KCl e MgSO₄ (g por família por mês), no segundo ciclo de cultivo.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

A característica vegetativa de circunferências do pseudocaule da bananeira a 0,30 m e 1,30 m apresentou correlação significativa com as avaliações produtivas da planta (Tabela 3). A circunferência do pseudocaule apresentou maior correlação linear com a massa das pencas (Figuras 11 e 12). Assim, nesse trabalho, quanto maior circunferência do pseudocaule da planta a 0,3 e 1,3 m, maior a sua produção, com coeficiente de correlação igual a 0,68 e 0,67 respectivamente. O diâmetro do pseudocaule é uma característica importante de desenvolvimento da bananeira, pois reflete o vigor da planta e a sua capacidade de sustentar a massa fresca do cacho (Bolfarini *et al.*, 2014).

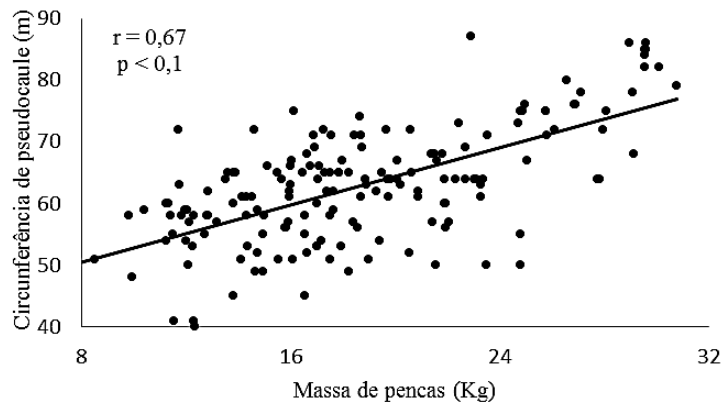
Tabela 3 – Matriz de correlação linear de Pearson entre as variáveis circunferências de pseudocaule a 0,30 e 1,30 m com a variável massa de pencas (MP), peso de frutos da segunda penca (PSP), massa dos frutos centrais da segunda penca (MFCSP), comprimento dos frutos centrais da segunda penca (CFCSP), diâmetro dos frutos centrais da segunda penca (DFCSP) e número de pecas (NP) pelas plantas ao final do experimento. IFNMG – *Campus* Januária, 2019.

	MP	PSP	MFCSP	COMP	DIAM	NP
CP030	0,68***	0,63***	0,49***	0,41***	0,36***	0,45***
CP130	0,67***	0,65***	0,52***	0,44***	0,38***	0,42***

***; significativo a 0,1%, pelo teste t.

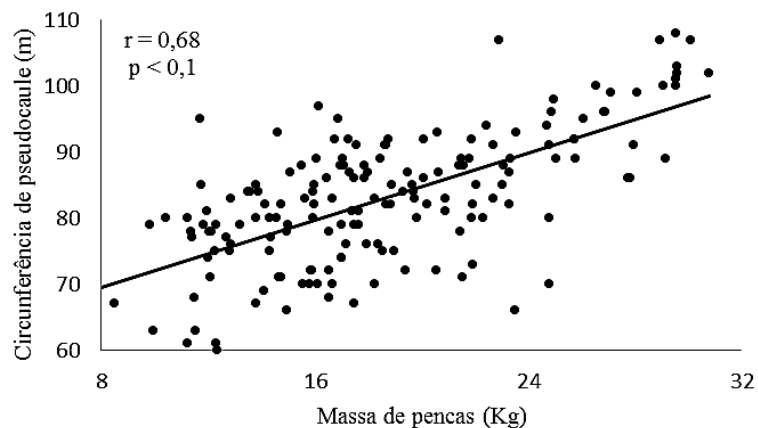
Fonte: IFNMG, Januária (2019).

Figura 11 - Representação gráfica dos coeficientes de correlação de Pearson (r) mais expressivos entre as características vegetativas circunferência de pseudocaule a 0,30 m e massa de pencas correlacionadas entre si em bananeira cultivar ‘Prata Anã’, irrigada com água calcária, no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl e MgSO₄, no quarto ciclo produtivo. ***Significativo a 0,1% de probabilidade



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

Figura 12 - Representação gráfica dos coeficientes de correlação de Pearson (r) mais expressivos entre as características vegetativas circunferência de pseudocaule a 1,30 m e massa de pencas correlacionadas entre si em bananeira cultivar ‘Prata Anã’, irrigada com água calcária, no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl e MgSO₄, no quarto ciclo produtivo. ***Significativo a 0,1% de probabilidade.



Fonte: IFNMG, Januária (2019).

4. Considerações Finais

As plantas foram menos produtivas na ausência da adubação potássica e magnésiana, possivelmente explicada pelas concentrações insuficientes destes no solo e pelo desbalanço destes em relação ao excesso de disponibilidade de Ca veiculado através da água calcária.

As características avaliadas, número de pencas e comprimento dos três frutos centrais da segunda penca não foram afetadas significativamente pelas doses aplicadas dos fertilizantes K e Mg.

As estimativas de máxima eficiência das adubações ocorreram ao combinar as seguintes doses do fertilizante $MgSO_4$ com 120 g de KCl para as características: circunferência a 0,30 m (16,16 e 120 g); circunferência a 1,30 m (16,13 g); massa total de pencas (18,36 g); número total de frutos (30 g); número de frutos da segunda penca (30 g); diâmetro dos três frutos centrais da segunda penca (16,57 g), massa da segunda penca (16,57 g); massa dos três frutos da segunda penca (15,30 g).

A característica circunferência do pseudocaule na altura de 0,3 m apresentou maior correlação com a produção de massa de pencas, com valor de 0,68^{***}. Os modelos lineares ajustados para o fator cloreto de potássio indicam a necessidade de desenvolvimento de novas pesquisas com intuito de determinar pontos de inflexões a esse adubo para as características avaliadas no presente trabalho.

Referências

Andrade, P. F. S. (2016). *Análise da conjuntura agropecuária safra 2016/17*. Estado do Paraná, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural.

Bolfarini, A. C. B.; Javara, S. F.; LeoneL, S.; & Leonel, M. (2014). Crescimento, ciclo fenológico e produção de cinco cultivares de bananeira em condições subtropicais. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 10(1), 74-89.

Borges, A. L., & Oliveira, A. M. G., (2004). *O cultivo da bananeira*. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 1(1). 15-17. Aceso em 5 de julho, em http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_2325.pdf

Borges, A. L., & Oliveira, A. M. G., (2018). *Nutrição, calagem e adubação*. 13 p. Acesso em 05 de julho, em http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_2325.pdf

Coelho, E. F., Oliveira, S. L., & Costa, E. L. (2001). *Irrigação da bananeira*. In: simpósio norte mineiro sobre a cultura da banana, Nova Porteirinha. Anais...Montes Claros: Unimontes. 99-101.

Costa, F. S., Coelho, E. F., Borges, A. L., Pamponet, A. J. M., Silva, A. A. S. M., & Azevedo, N. F., (2012). Crescimento, produção e acúmulo de potássio em bananeira'Galil 18'sob irrigação e fertilização potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(3), 409-416.

FAO. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 2012.

Faria, F. H. S., Lima, L. A., Ribeiro, M. S., Santos, S. R., & Ribeiro, K. M. (2009). Avaliação da salinidade, sodicidade e alcalinidade das águas subterrâneas pra irrigação em Jaíba e Janaúba, Minas Gerais. *Irriga*. 14(3), 299-313.

Fernandes, L. A., Ramos, S. J., Valadares, S. V., Lopes, P. S. N., & Faquin, V., (2008). Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 43(11), 1575-1581.

Lima, L. A. (1997). *Efeitos de sais no solo e na planta. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada* – In: Simpósio “Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada”. Campina Grande: UFPB, p. 113-133.

Maia, V. M., Salomão, L. C. C., Cantarutti, R. B., Venegas, V. H. A., & Couto, F. A. A. (2003). Efeitos de doses de nitrogênio, fósforo e potássio sobre os componentes da produção e a qualidade de bananas ‘Prata-Anã’no distrito agroindustrial de Jaíba. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 25(2), 319-322.

Martin-Prével, P. (1985). Exigências nutricionais da bananicultura. In: simpósio brasileiro sobre bananicultura, 1, 1984, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal. UNESP/FCAV. 118-134.

Matsuura, F. C. A. U., Costa, J. I. P., & Folegatti, M. I. S. (2004). Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 26(1) 48-52.

Mendonça, K. H., Duarte, D. A., Costa, V. A. M., Matos, G. R., & Seleguini, A. (2013). Avaliação de genótipos de bananeira em Goiânia, estado de Goiás. *Revista Ciência Agronômica*. 44 (1) p.652-660.

Moreira, A., Borges, A., Arruda, M., & Pereira, J.. (2010). Capítulo 5 Nutrição e adubação de bananais cultivados na região Amazônica. *Nutrição e adubação de bananais cultivados na região Amazônica. A cultura da bananeira na região norte do Brasil*. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, Brasil, 97-132.

Nascimento, A. L., Bonomo, R., Souza, J. M., Reis, F. O., & Magalhães, A. M de P. (2018). Crescimento da bananeira na pré-inflorescência sob diferentes doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação. *Global Science and Technology*. 11(2) 222-233.

Nomura, S. E., Cuquel, F. L., Damotto Junior., Fuzitani, E. J., Borges, A. L., Saes, L. A. (2016) Nitrogen and potassium fertilization on ‘Caipira’ and ‘BRS Princesa’ bananas in the Ribeira Valley. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 20(8) 702-708.

Nunes, R. L., Dias, N. da S., Moura, K. K. C de F., Souza Neto, O. N., Costa, J. M. (2013). Efeitos da salinidade da solução nutritiva na produção de pimentão cultivado em substrato de fibra de coco. *Revista Caatinga*. 26(4) 48-53.

Oliveira, E. R., Silva, T. C., & Ramos, R. F. de O. (2020). Evapotranspiração de referência em Januária-mg pelos métodos tanque classe “A” e Hargreaves-Samani. *Colloquium Agrariae*. 16(1), 48-54.

Oliveira, G. P. de. (2015). *Avaliação da produtividade inicial e caracteres agrônômicos de bananeira (Prata Anã e BRS Conquista) em função de diferentes níveis de água e adubação*. 2015. xi, 154 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia)—Universidade de Brasília, Brasília.

Paula, Y.C.M., Pasqual, M., Pio, L. A. S., de Pinho, P. J., & dos Santos, D. N. (2015). Micropropagação de bananeira sob diferentes concentrações de potássio e magnésio. *Tecnologia & Ciencia Agropecuária*. 9(3) 43-47.

Ribeiro, M. S., Lima, L. A., Faria, F. H. de S., dos Santos, S. R., & Kobayashi, M. K. (2010). Classificação da água de poços tubulares do norte do estado de Minas Gerais para irrigação. *Revista engenharia na agricultura*. 18(3), 208-218.

Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T., & Venegaz, V.H.A. (1999) *5ª Aproximação-Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Editora UFV, Viçosa, Minas Gerais.

Santos, J. W. G. dos., Hernandez, F. F. F., Aquino, B. F., Silva, F. N. ., Anjos, D. C., & Ferreira, J. T. P, (2014). Respostas da bananeira (*Musa sp.*), cultivar Pacovan em sistemas de manejo com aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante. *Revista Caatinga*. 27(4) 142 – 152.

Silva, I. P. da. (2015) *Adubação com magnésio e potássio em bananeira 'Prata Anã' cultivada em área irrigada com água calcária no Norte de Minas*. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Lavras, Lavras

Silva, J. T. A., Borges A. L., & Malburg, J. L. (1999) *Solos, adubação e nutrição da bananeira*. Informe agropecuário. 20(196), 21-36.

Silva, J. T. A., Silva, I. P. da., Moura Neto, A. de., & Costa, E. L. da., (2008). Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira 'Prata-anã' (AAB). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 30(3), 782-786.

Silva, J. T. A., & Simão, F. R. (2015). Produção, nutrição e incidência do mal do Panamá em bananeira 'Prata Anã' adubada com potássio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 50(9) 807-813.

Silva, J. T. A., & Carvalho, J. G. de. (2005). Avaliação nutricional de bananeira 'Prata'-Anã'(AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. *Ciência e Agrotecnologia*. 29(4) 731-739.

Soto Ballesteros, M. (1992). *Bananas: cultivo y comercialización*, 2. Ed. San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta Lil. 674p.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ayrton Farias Viana – 25%

Dilermando Dourado Pacheco – 20%

Tatiane Carla Silva – 20%

Nelson Licínio Campos de Oliveira – 20%

Maysa Gonçalves Barbosa – 15%