

Crescimento e Produção de Bananeira ‘Nanica’ Irrigada com Água Calcária no Norte de Minas Gerais

Growth and Production of ‘Nanica’ Banana Irrigated with Lime Water in Northern Minas Gerais

Sérgio Ferreira Alcântara^a; Dilermando Dourado Pacheco^a; Tatiane Carla Silva^b; Heider Rodrigo Ferreira Silva^c; Idemar Magalhães dos Passos^{a*}

^aInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais. MG, Brasil.

^bUniversidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. SP, Brasil.

^cUniversidade Federal de Viçosa. MG, Brasil.

E-mail: idemar.passos@ifnmg.edu.br

Resumo

Normalmente, as águas superficiais e das chuvas são insuficientes para atender às demandas dos produtores regionais no Norte de Minas Gerais. Assim, aqueles que possuem recursos hídricos subterrâneos satisfatórios vêm utilizando tal fonte para atender às necessidades hídricas das frutíferas regionais. No entanto, essas frutíferas comumente possuem teores elevados de carbonato e bicarbonato de cálcio, os quais promovem alterações nas características químicas dos solos, com elevação do pH e dos teores de Ca, após alguns anos de cultivo, proporcionando complicações no estado nutricional dos bananais. Nas áreas em que se tem excesso de Ca, proveniente das águas de irrigação, normalmente, esse induz deficiência de Mg e K nas plantas, comprometendo a produtividade e a longevidade dos bananais. O presente trabalho teve como objetivo definir a melhor combinação entre doses de KCl e MgSO₄ em solos cultivados com bananeira ‘Nanica’, em sistema de cultivo irrigado com água de natureza calcária, no Norte de Minas Gerais. Os tratamentos foram definidos pela combinação de 0, 10, 20, 30 e 50 g de MgSO₄ /família/trimestre e de 0, 40, 80, 120 e 160 g de KCl/família/mês, utilizando a matriz experimental Quadrado Duplo. Foram avaliadas características de desenvolvimento vegetativo e de produção da bananeira. Apenas as doses de KCl influenciaram as características de desenvolvimento vegetativo e de produção. Não existiu efeito da adubação com MgSO₄, mesmo a análise inicial do solo tendo apontado deficiência da referida base. A duração do ciclo do plantio à colheita foi em média 486 dias.

Palavras-chave: *Musa* sp. Equilíbrio Nutricional. Adubação Potássica e Magnésiana. Qualidade de Água para Irrigação.

Abstract

Normally, surface and rainwater are insufficient to meet the demands of regional producers in northern Minas Gerais. Thus, those who have satisfactory groundwater resources have been using this source to meet the water needs of regional fruit trees. However, they commonly have high levels of calcium carbonate and bicarbonate, which promote changes in the soils chemical characteristics, with an increase in pH and Ca levels, after some years of cultivation, providing complications in the banana trees' nutritional status. In areas where there is an excess of Ca, from irrigation water, it usually induces deficiency of Mg and K in plants, compromising the banana trees productivity and longevity. The present work had as objective to define the best combination between doses of KCl and MgSO₄ in soils cultivated with banana ‘Nanica’ in a cultivation system irrigated with limestone water, in the northern Minas Gerais. The treatments were defined by the combination of 0, 10, 20, 30 and 50 g of MgSO₄ / family / quarter and 0, 40, 80, 120 and 160 g of KCl / family / month, using the experimental Double Square matrix. Banana vegetative development and production characteristics were evaluated. Only KCl doses influenced the characteristics of vegetative development and production. There was no effect of fertilization with MgSO₄, even though the initial soil analysis showed a deficiency of the referred base. The cycle duration from planting to harvest was on average 486 days.

Keywords: *Musa* sp. Nutritional Balance. Potassium and Magnesium Fertilization. Water Quality for Irrigation.

1 Introdução

A banana é uma das frutas mais importantes nas regiões tropicais e subtropicais, sendo a fruta mais produzida e consumida no Mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor, com 6,67 milhões de toneladas por ano (IBGE, 2019). Os Estados de São Paulo, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais são responsáveis por mais de 50% da produção nacional de bananas. O Estado de Minas Gerais é o quarto maior produtor, com 685.471 toneladas produzidas em 41.577 ha de área plantada (IBGE, 2019).

Em razão da baixa precipitação anual e da alta taxa de evapotranspiração na região do Norte de Minas Gerais, a produção comercial depende do uso da irrigação

(FERNANDES *et al.*, 2008). Normalmente, as águas superficiais são insuficientes para atender às demandas dos produtores regionais. Assim, aqueles que possuem recursos hídricos subterrâneos satisfatórios vêm utilizando tal fonte para atender às necessidades hídricas das frutíferas regionais. No entanto, as mesmas comumente possuem teores elevados de carbonato e bicarbonato de cálcio, os quais promovem alterações nas características químicas dos solos, com elevação do pH e dos teores de Ca, após alguns anos de cultivo, proporcionando complicações no estado nutricional dos bananais (SILVA *et al.*, 2007; NUNES *et al.*, 2008).

O K é o nutriente requerido em maior quantidade pela bananeira, sendo importante não apenas na translocação dos

fotossintatos e no balanço hídrico, mas, também, na produção de frutos, aumentando a sua resistência ao transporte e melhorando a sua qualidade, pelo aumento dos teores de sólidos solúveis totais e de açúcares e pelo decréscimo da acidez da polpa (LANGENEGGER; DU PLESSIS, 1980).

O desequilíbrio entre K e Mg pode ocorrer com frequência em virtude das elevadas quantidades de K aplicadas nos solos cultivados com bananeiras (SILVA *et al.*, 1999; SILVA; CARVALHO, 2005). Em função de quantidades elevadas de K exigidas pela bananeira, a aplicação de Mg, em quantidade suficiente, é importante para manter a relação Ca:K:Mg, uma vez que o Mg é considerado um nutriente essencial, integrante da molécula de clorofila, ativador de enzimas e participa nos processos de absorção iônica, na fotossíntese e na respiração (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

O desequilíbrio nutricional também pode ocorrer em decorrência do excesso de Ca presente nas águas de irrigação de natureza calcária. O Ca oriundo de água de irrigação de natureza calcária, normalmente, induz a deficiência de Mg e K, comprometendo a produtividade e a longevidade dos bananais. No Norte de Minas Gerais, as águas subterrâneas utilizadas nos projetos de irrigação, em sua maioria, são provenientes do Aquífero cárstico formado pelas rochas carbonáticas do Grupo Bambuí (CETEC, 1981). Normalmente, essas águas possuem elevados teores de Ca e de bicarbonatos, requerendo um adequado acompanhamento de utilização, visto que podem potencializar processos de salinização de solos.

As águas do Aquífero cárstico apresentam condutividade elétrica que varia desde valores abaixo de 50, até acima de 1.000 mmhons/cm; são predominantemente duras, com valores acima de 600 ppm de CaCO₃; e se apresentam alcalinas e incrustantes, com pH acima de 7, média de 8,2 e máximo de 8,9 (CETEC, 1981).

Os sais, além de afetarem a disponibilidade de água e provocarem toxicidade, favorecem desequilíbrios nutricionais, em que o excesso de determinado íon, na planta ou no solo, afeta de forma antagônica a disponibilidade de

outro. Vários exemplos de antagonismos entre K e Mg, Ca e K, ou Ca e Mg foram relatados, prejudicando o crescimento e o desenvolvimento de plantas (GHEYI, 2000).

Nas áreas em que se tem excesso de Ca, proveniente das águas de irrigação, normalmente, esse induz deficiência de Mg e K nas plantas, comprometendo a produtividade e a longevidade dos bananais. Para evitar esse processo e aprimorar a eficiência de uso de adubos, é fundamental o conhecimento da relação Ca:Mg:K, que irá propiciar melhor produção e longevidade dos bananais.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi definir a melhor combinação entre doses de KCl e MgSO₄ em solos cultivados com bananeira ‘Nanica’ em sistema de cultivo irrigado com água de natureza calcária no Norte de Minas Gerais.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), *Campus* Januária, localizado na latitude 15° 28’ 55” S, longitude 44° 22’ 41” W e altitude 474 m. O clima da região é do tipo Aw (tropical úmido com Inverno seco e Verão chuvoso) de acordo com a classificação de Köppen, precipitação média anual de 850 mm, umidade relativa média 60% e temperatura média anual de 27°C e solo classificado como Latossolo Vermelho amarelo (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A cultura foi implantada, em Abril de 2011, utilizando rizomas de mudas adultas de bananeira (*Musa* spp.), cultivar ‘Nanica’ do grupo genômico (AAA), obtidos de uma lavoura comercial, localizada no município de Pedras de Maria da Cruz-MG. Previamente ao plantio foram coletadas amostras de solo, na profundidade de 0 a 20 cm, cuja caracterização físico-química se encontra no Quadro 1. O solo foi preparado por meio de aração e gradagem e abertura de covas nas dimensões de 0,50 x 0,50 x 0,50 m. O espaçamento de plantio foi de 3,0 x 2,5 m. A condução do bananal foi realizada sendo utilizada uma “família” por cova (plantas mãe, filha e neta).

Quadro 1 - Caracterização físico-química de amostra de solo coletada na camada de 0-20 cm de profundidade

|Composição Química..... | | | | | | | | | | | |Comp. Física.... | | |
|------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|-------|--------|
| pH ¹ | MO ² | P ³ | K ³ | Ca ⁴ | Mg ⁴ | Al ⁴ | H+A ⁵ | Cu ³ | Fe ³ | Mn ³ | Zn ³ | Areia | Silte | Argila |
| | dag kg ⁻¹ | mg dm ⁻³ | |cmol. dm ⁻³ | | |mg dm ⁻³ | | | | |dag kg ⁻¹ | | |
| 7,43 | 0,9 | 97,6 | 63 | 3,1 | 0,6 | 0,0 | 0,73 | 0,8 | 20 | 27,6 | 6,4 | 75 | 14 | 11 |

¹=pH em H₂O; ²=Colorimetria; ³=Extrator: Mehlich-1X; ⁴=Extrator: KCl 1 mol/L; ⁵=pH SMP.

Fonte: dados da pesquisa.

Os tratamentos foram definidos pela combinação de 0, 10, 20, 30 e 50 g de MgSO₄ /família/trimestre e de 0, 40, 80, 120 e 160 g de KCl/família/mês, utilizando a matriz experimental Quadrado Duplo (incompleto). Esse tipo de matriz experimental é utilizada quando o experimento é muito grande ou o pesquisador encontra alguma dificuldade em homogeneizar todas as condições e o ambiente do experimento (ALVAREZ VENEGAS, 1994) (Quadro 2). Os 13 tratamentos,

resultantes da referida matriz, foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com três repetições, tendo na composição de cada parcela quatro “famílias” de bananeiras, dispostas em duas fileiras com duas plantas por fileira, desprovidas de bordadura. O bananal foi irrigado diariamente, por microaspersão, sendo utilizado um emissor para cada quatro famílias, utilizando água proveniente de poço tubular caracterizada, quimicamente, por Santos (2007) (Quadro 3).

Quadro 2 - Tratamentos definidos pela combinação entre doses de MgSO₄ e KCl segundo a matriz experimental do Quadrado Duplo. IFNMG, Januária, 2013

| Tratamentos | MgSO ₄ | KCl |
|-------------|-------------------------|---------------|
| | g/família/ trimestre | g/família/mês |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 80 |
| 3 | 0 | 160 |
| 4 | 10 | 40 |
| 5 | 10 | 120 |
| 6 | 20 | 0 |
| 8 | 20 | 160 |
| 9 | 30 | 40 |
| 10 | 30 | 120 |
| 11 | 50 | 0 |
| 12 | 50 | 80 |
| 13 | 50 | 160 |

Fonte: dados da pesquisa.

Quadro 3 - Caracterização química da água utilizada para irrigação do experimento

|Composição química..... | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------|------|------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| pH | CE | Ca | Mg | K | Na | CO ₃ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ |
| | .dS m ⁻¹ a 25°C. | meq.L ⁻¹ | | | | | | |
| 7,6 | 0,386 | 5,03 | 0,57 | 0,03 | 0,09 | 0,00 | 4,20 | 1,20 |

Segundo a metodologia do U.S. Salinity Laboratory Staff

Fonte: dados da pesquisa.

As adubações foram realizadas com base nas recomendações de Silva *et al.* (2008), aplicando-se, por família, 125 g de sulfato de amônio com frequência mensal e trimestralmente 40,0 g de fosfato monoamônico; 5 g/família de ácido bórico; 10g sulfato de zinco; 5 L esterco bovino; e 50 g de FTE BR12. Os fertilizantes foram aplicados manualmente, em semicírculo, a 30 cm distante das plantas netas. Os tratamentos culturais e o controle de pragas e doenças foram realizados conforme as recomendações de Souto *et al.* (1997).

Foram avaliadas características de desenvolvimento vegetativo no momento em que as plantas emitiram a inflorescência. Assim, foram tomadas as datas de emissão de inflorescência e as medidas de altura da planta, medindo-se a distância entre o colo da planta e a base visível do engaço; circunferência do pseudocaule a 0,30 m do solo; número de folhas vivas, consistindo na contagem de folhas totalmente abertas; comprimento e largura da 3ª folha a partir do ápice. O comprimento foi medido ao longo da nervura central, distância compreendida entre a base do limbo no ponto de inserção do pecíolo até o seu ápice e a largura foi considerada a dimensão máxima em sentido perpendicular a nervura central. Estimou-se a área foliar total, a partir do modelo proposto por Kumar *et al.* (2002), usado para a determinação da área foliar total da bananeira do grupo Cavendish pela equação $AFT = C \times L \times NF \times K1$, sendo $K1 = 0,80 \times 0,662$, sendo: C o comprimento da terceira folha; L a largura máxima desta mesma folha; e NF número de folhas vivas da planta e K1 o coeficiente de correção.

Os cachos foram colhidos quando apresentaram mudança de tonalidade na casca, de verde-escuro para verde-claro. Foi determinada, no momento da colheita de cachos, a duração do ciclo do florescimento à colheita, em dias. Também foi mensurada a massa total de pencas; o número de frutos por cacho; o número de pencas por cacho; a massa do engaço; e a massa média de pencas (divisão da massa total de pencas pelo número de pencas). Foram avaliados os dados relacionados à segunda penca do cacho: massa da penca; número de frutos na penca; e massa de três frutos localizados na posição mediana da penca.

Para obter a máxima eficiência física (MEF), igualou-se a zero a derivada das regressões quadráticas ajustadas para as características avaliadas em função das doses dos adubos. Avaliou-se a viabilidade econômica da dose, que promoveu MEF de massa de pencas, considerando o ciclo de plantio-colheita, os preços da banana e dos adubos KCl e MgSO₄.

Os dados referentes à contagem, como número de folhas, total de frutos do cacho, pencas e frutos na segunda penca, foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$. Estes dados, juntamente com os demais, foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Em seguida, para as variáveis, que apresentaram significância, foi aplicada análise de regressão, selecionando o modelo com maior significância dos coeficientes dos parâmetros e de melhor explicação biológica, com o auxílio do software Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG).

3 Resultados e Discussão

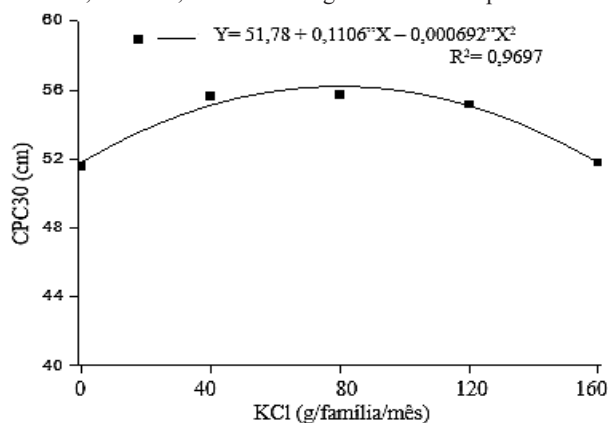
3.1 Características de desenvolvimento vegetativo da bananeira

As características de desenvolvimento vegetativo da bananeira responderam, de modo significativo, apenas às doses de KCl (Figuras 1, 3 e 5). Existiu exceção a tal comportamento quando foram consideradas avaliações de número de folhas e ciclo do plantio ao florescimento, cujo efeito foi não significativo tanto às doses de KCl quanto às de MgSO₄ (Figuras 2, 4 e 6).

O efeito do KCl ocorreu de forma quadrática à circunferência do pseudocaule (Figura 1), com máxima estimativa igual a 56,20 cm na dose 79,91 g/família/mês de KCl (741,38 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O), promovendo um incremento estimado em 7,8% na circunferência, em relação à testemunha.

A dose estimada foi superior à recomendada (600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) por Silva *et al.* (2008), para produtividade esperada de 30 a 50 ton ha⁻¹ ano⁻¹, quando os teores de K trocável no solo estão entre 0,16 e 0,30 cmol_c dm⁻³.

Figura 1 - Circunferência do pseudocaule a 30 cm do solo de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Januária, MG-2013. *Significativo a 5% pelo teste F.



Fonte: dados da pesquisa.

O diâmetro de pseudocaule divergiu dos valores encontrados por Brasil *et al.* (2000), que trabalhando com o desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta às adubações com N e K, não encontraram efeito das doses de K sobre tal característica. Já Silva (2010), avaliando adubação com Mg e K em bananeira ‘Prata anã’, irrigada com água calcária no Norte de Minas observou resposta linear às doses de K, que variaram de 0 a 1200 kg de K_2O ano⁻¹. Entretanto, Silva *et al.* (2008), aplicando K, Mg e calcário em mudas de bananeira ‘Prata anã’, observaram que a altura e o diâmetro do pseudocaule das mudas aumentaram de forma quadrática com as doses de K.

É importante que a bananeira apresente altos valores de circunferência do pseudocaule para que essa resista à ação destrutiva dos ventos (DAMATTO JR. *et al.*, 2009), principalmente no florescimento, período no qual a planta deve sustentar o cacho. Lima Neto *et al.* (2003) encontraram resultados significativos de correlação entre o comprimento e diâmetro do pseudocaule com o peso do cacho. Também Simmonds (1982) e Soto Ballester (2000) obtiveram correlação positiva entre a circunferência do pseudocaule e da superfície foliar com o número de frutos e de pencas, o que demonstra a importância de maior valor de comprimento ou diâmetro do pseudocaule, a fim de ganhos mais expressivos de produção.

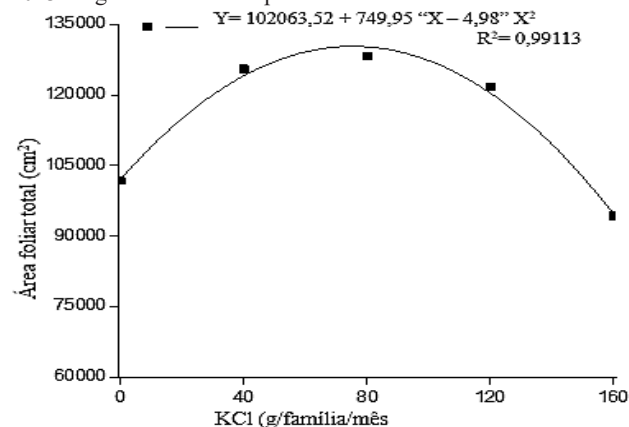
A maior dose de KCl testada (160 g/família/mês) ocasionou redução da circunferência do pseudocaule, praticamente se igualando a mesma observada na ausência de adubação potássica. O excesso deste adubo, provavelmente, ocasionou um estresse salino na planta, reduzindo seu crescimento. Ressalta-se ainda que não só o efeito salino para tal resultado, mas também a ocorrência de deficiências minerais induzidas pelo excesso de K. Tal efeito também foi evidenciado por Teixeira (2000), que observou declínio em função do aumento de doses de K sobre o diâmetro do pseudocaule da bananeira ‘Nanicão’.

A área foliar se comportou de forma quadrática em

resposta às doses de KCl (Figura 2), com máxima estimativa igual a 158.159,76 cm² por planta na dose 75,30 g/família/mês de KCl (698,6 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K_2O), com um ganho estimado de 64,5% em relação à testemunha. Entretanto, a maior dose de KCl (160 g/família/mês) ocasionou redução da área foliar estimada em 7,34% em relação à ausência de adubação potássica.

Resultados positivos com aplicação de K sobre a área foliar também foram obtidos por Felisberto *et al.* (2011), com a bananeira cultivar ‘Galil 7’, do subgrupo Cavendish e por Melo *et al.* (2010), que avaliaram o crescimento e produção da bananeira ‘Prata anã’ sob fertirrigação com N e K. Segundo Moreira (1999), a área foliar da bananeira está diretamente relacionada com a massa do cacho, uma vez que uma maior área promove maior capacidade fotossintética, aumentando a produção de fotoassimilados.

Figura 2 - Área foliar estimada de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Januária, MG-2013. *Significativo a 1% pelo teste F



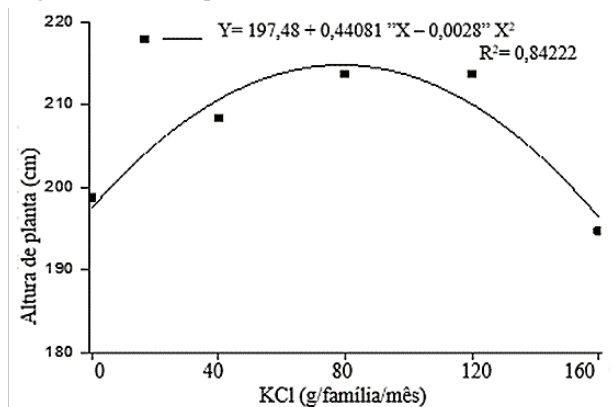
Fonte: dados da pesquisa.

Além do efeito do K sobre o aumento de área foliar da bananeira demonstrado neste trabalho, há relatos da importância do suprimento adequado deste nutriente para a preservação da área foliar (LAHAV,1995 *apud* TEIXEIRA *et al.*, 2001). Soto Ballester (1992) relata que o K e o Mg são nutrientes de maior efeito na duração funcional da folha. Conforme Beringer e Trolldenier (1979), *apud* Teixeira *et al.* (2001), o K atua na regulação osmótica e resistência das plantas ao estresse hídrico, fazendo com que plantas com nutrição adequada desse elemento apresentem níveis mais baixos de ácido abscísico (ABA), fito-hormônio que acelera a senescência foliar.

O efeito do KCl ocorreu, também, de forma quadrática, sobre a altura de planta, com máxima estimativa igual a 214,83 cm na dose 78,71 g/família/mês (Figura 3). O incremento estimado com a referida dose foi de 8,1% em relação à testemunha. Porém, com aplicação da maior dose de KCl (160 g/família/mês) ocorreu redução estimada de 0,6% em relação à ausência de adubação potássica. As medidas de altura se assemelharam às encontradas por Teixeira (2000),

230 cm na dose 628 kg ha⁻¹ de K₂O na cultivar ‘Nanicão’. Segundo Santos (2006), a altura da bananeira ‘Prata anã’ aumentou linearmente com as doses de K no segundo ciclo, em que se estimou em 3,6% o aumento com a aplicação de 100 kg de K₂O por hectare.

Figura 3 - Altura de planta de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Januária, MG-2013. *Significativo a 5 % pelo teste F



Fonte: dados da pesquisa.

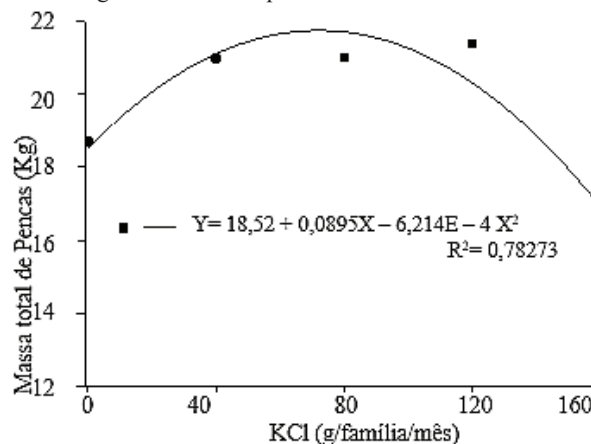
A duração do ciclo do plantio ao florescimento não foi influenciada pelas doses de KCl e MgSO₄ com média geral de 367,5 dias. Segundo Ratke (2008), o baixo suprimento de K aumenta a absorção de N amoniacal rapidamente assimilado em estruturas orgânicas de N, que em excesso atrasam a emergência do cacho.

3.2 Características de produção da bananeira

As características de produção da bananeira responderam, de modo significativo, apenas às doses de KCl (Figuras 4 a 8). Existiu exceção a tal comportamento quando foram consideradas avaliações de número de pencas por cacho, número de frutos da segunda penca, massa de três frutos da segunda penca e ciclo do florescimento a colheita, cujo efeito foi não significativo tanto às doses de KCl quanto às de MgSO₄. A não obtenção de respostas às doses de MgSO₄ pode ter sido em função de reservas de Mg, já existentes nas mudas, serem suficiente para suprir suas necessidades.

O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou à massa total de pencas, em função das doses de KCl (Figura 4). A estimativa de máxima produção, 21,25 kg de pencas, foi obtida com aplicação de 72,01 g/família/mês de KCl (668 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹), promovendo um aumento de 14,72% em relação à testemunha, no primeiro ciclo. Esta dose foi pouco superior a recomendada (600 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹) por Silva *et al.* (2008), para produtividade esperada de 30 a 50 ton ha⁻¹ ano⁻¹, quando os teores de K trocável no solo estão entre 0,16 e 0,30 cmol_c dm⁻³.

Figura 4 - Massa total de pencas de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Januária, MG-2013. *Significativo a 5 % pelo teste F



Fonte: dados da pesquisa.

No estudo realizado por Silva *et al.* (2003), em solo argiloso com alto teor de K (210 mg dm⁻³), os autores verificaram que somente no 4º ciclo da bananeira ‘Prata anã’ houve efeito significativo da aplicação de K sobre a produção, com a máxima eficiência física, estimada na dose 963 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, superando apenas em 11,2% à testemunha. Já Sousa *et al.* (2004), testando doses de N e K, na cultivar ‘Grande naine’, encontraram diferenças significativas para massa do cacho, no primeiro e segundo ciclos, nos quais obtiveram produção máxima com aplicação de 665 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹, via fertirrigação. Santos *et al.* (2009) verificaram que a aplicação de K, em solo com baixo teor de K (31,2 mg dm⁻³), elevou a produção da bananeira ‘Prata anã’ linearmente até a maior dose testada de 470 kg ha⁻¹ de K₂O. Entretanto, Silva e Pereira (2011) verificaram efeito quadrático do K sobre a produção, no 2º ciclo da bananeira ‘Prata anã’ cultivada em solo com teor de 60 mg dm⁻³ de K, em que a dose estimada para a máxima eficiência física foi de 860 kg ha ano de K₂O.

Os resultados de produção de pencas confirmam a importância do K para o enchimento dos frutos (ROBINSON, 1996), proporcionando frutos maiores e mais pesados em função de sua importante função no transporte de fotoassimilados das folhas para os frutos, na síntese de amido pela ativação da sintase do amido e na expansão celular (MARSCHNER, 1995).

A partir da dose estimada para obtenção de máxima produção se observou redução na ordem de 8,6% com aplicação da maior dose de KCl (160 g/família/mês), em relação à testemunha. Provavelmente, ocorreu um efeito salino no solo e/ou desequilíbrio nutricional na planta, induzida pelo excesso de K. A bananeira é uma planta sensível ao desequilíbrio nutricional, e para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos de banana, é importante manter no solo o equilíbrio entre os nutrientes, evitando que ocorra consumo excessivo de um elemento, induzindo deficiência

de outro (GUTIERREZ, 1983 *apud* SILVA *et al.*, 2003).

No Brasil, respostas de até 1600 kg de K₂O ha⁻¹ ano⁻¹ foram obtidas em áreas irrigadas do Norte de Minas. Contudo, Borges e Coelho (2002) recomendam considerar a relação entre preços do insumo e do produto, para avaliar a economicidade da atividade. Sendo assim, neste trabalho, considerando a aplicação de máxima eficiência física, 72,01 g.mes⁻¹ de KCl, produção de 21,25 kg de pencas, ciclo plantio-colheita de 486 dias, R\$ 0,70 por kg de banana e R\$ 2,20 por kg de KCl; a renda bruta, o custo variável ao adubo e o lucro foram respectivamente R\$ 19.828; R\$ 3.400 e R\$ 16.428. Para a testemunha, a renda bruta e lucro se equivalem, sendo R\$ 17.281, superando à obtida na máxima eficiência física.

As doses de KCl e de MgSO₄ não tiveram efeito sobre o número de pencas por cacho, apresentando em média 7,9 pencas por cacho. Silva (2010) avaliou a adubação com K e Mg em bananeira ‘Prata anã’ irrigada com água calcária no Norte de Minas sobre os componentes de produção e também observou que o Mg não proporcionou efeito significativo sobre o número de pencas no primeiro ciclo, mas o K teve efeito linear e positivo. Estes resultados divergem dos obtidos por Hedge e Srinivas (1991) que, trabalhando com bananeiras do subgrupo ‘Cavendish’, encontraram efeito positivo de doses de K sobre o número de pencas. No entanto, Borges *et al.* (1997), trabalhando com a bananeira ‘Prata Anã’, no primeiro ciclo de produção, sob condições de irrigação, não encontraram efeito de doses de K sobre o número de frutos e pencas por cacho.

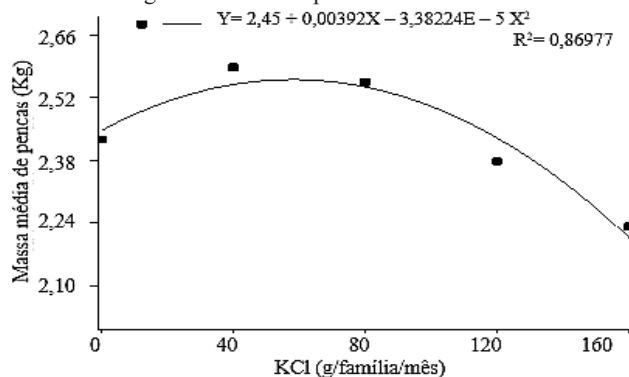
O efeito do KCl ocorreu de forma quadrática à massa média de pencas e massa da segunda penca (Figuras 5 e 6), com máxima estimativa igual a 2,56 kg na dose 57,95 g/família/mês de KCl (537, 64 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) e 3,38 kg na dose 53,43 g/família/mês de KCl (495 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O), respectivamente. Comparada as outras características, estas foram as que apresentaram a máxima resposta com uma menor dose de KCl.

O incremento foi de 4,30% na massa média de pencas e 5,02% na massa da segunda penca em relação à ausência de adubação potássica. No entanto, com aplicação da maior dose (160 g/família/mês de KCl) ocorreu redução estimada na ordem de 9,80 e 15,89% na massa média de pencas e 15,89% na massa da segunda penca, respectivamente.

Santos (2006), trabalhando com a bananeira ‘Prata anã’, observou que a massa média de pencas e número de pencas por cacho foi afetado de modo quadrático ao K, com a máxima massa média de pencas igual a 1,07 kg, correspondente à aplicação de 479,89 kg ha⁻¹ de K₂O. Já Maia *et al.* (2003) avaliaram os efeitos de doses de N, P e K sobre os componentes da produção da bananeira cultivar ‘Prata anã’ no 1º ciclo, e os resultados revelaram que o K não proporcionou efeito significativo sobre a massa média da penca. De acordo com Brasil *et al.* (2000), avaliando a bananeira cultivar Pioneira,

somente no segundo ciclo, o K proporcionou efeito sobre a massa média de pencas.

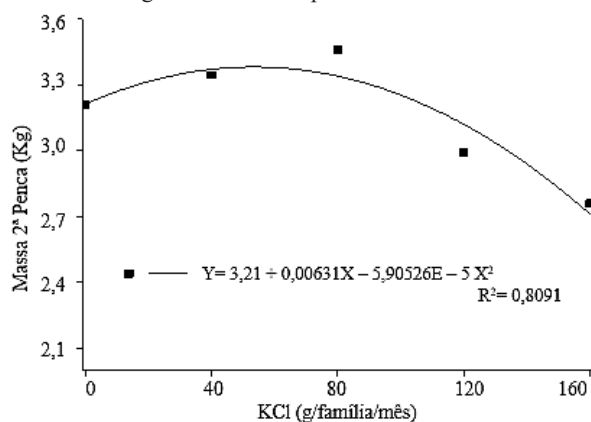
Figura 5 - Massa média de pencas de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Janaúria, MG-2013. *Significativo a 5 % pelo teste F



Fonte: dados da pesquisa.

A utilização da segunda penca como referência para a análise de características de produção também foi praticada por diversos autores, entre esses: Guerra *et al.* (2004), Maia *et al.* (2003), Souto *et al.* (2001), Rodrigues *et al.* (2002), Santos (1997) e Santos (2006). Conforme o último autor, a massa da segunda penca apresentou correlações lineares significativas para todas as variáveis de produção (massa total de pencas, massa média de frutos e massa média de pencas), o que mostra a importância desta característica como componente de produção nos estudos da cultura.

Figura 6 - Massa da segunda penca de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Janaúria, MG-2013. *Significativo a 5 % pelo teste F



Fonte: dados da pesquisa.

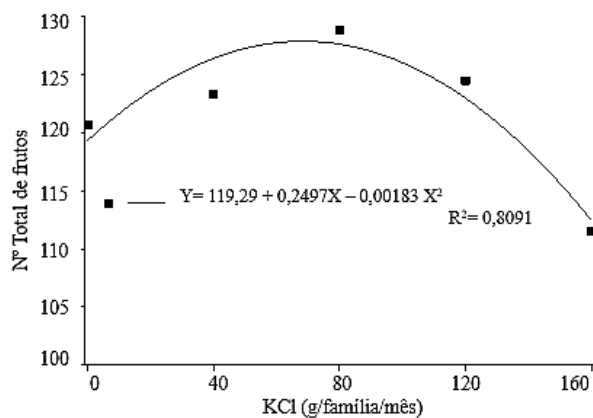
As doses de KCl e o MgSO₄ não tiveram efeito sobre o número de frutos da segunda penca e a massa de três frutos medianos da segunda penca, os quais apresentaram em média 17,4 frutos e 507 g, respectivamente. Segundo Silva Jr. (2007), o número de frutos formados por penca depende do desenvolvimento foliar, após o início da diferenciação floral, embora teoricamente todas as flores femininas tenham condições de dar origem a frutos. Silva (2010), no primeiro

ciclo da bananeira ‘Prata anã’, adubada com Mg e K no Norte de Minas Gerais, observou resposta significativa da bananeira à aplicação das doses de K sobre a massa do fruto central da segunda penca.

O efeito do KCl ocorreu de forma quadrática sobre o número total de frutos por cacho (Figura 7), com máxima estimativa igual a 127,81 frutos, na dose 68,22 g/família/mês de KCl. Com esta dose, o ganho estimado em relação à ausência de adubação potássica foi igual a 6,67%. A redução promovida pela aplicação da maior dose (160 g/família/mês de KCl) foi de 5,78% em relação à testemunha.

Segundo Borges *et al.* (1997) e Nunes (2009), as doses de K não promoveram diferença significativa para o número de frutos. Resultados diferentes foram encontrados por Hedge e Srinivas (1991), Rocha 2006 e Maia *et al.* (2003), que observaram significância do número de frutos para este nutriente no primeiro ciclo e Santos (2006), que observou que o número de frutos por cacho foi influenciado pelas doses de K, de forma linear, com estimativa em 3,9% o aumento no número de frutos por cacho, por incremento da aplicação de 100 kg de K_2O ha^{-1} . Segundo LIMA *et al.* (2005), o número de frutos é fundamental na determinação da massa do cacho, podendo ser o fator que melhor explica essa característica.

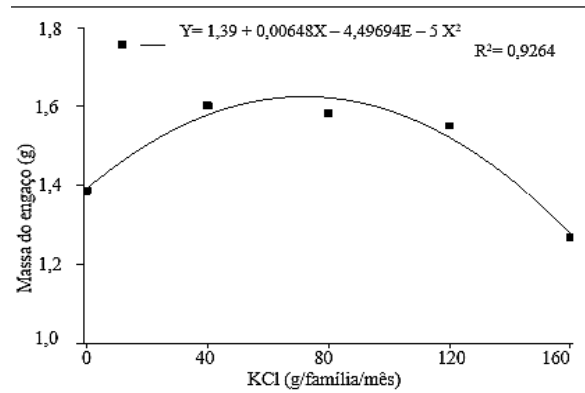
Figura 7 - Número total de frutos por cacho de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Januária, MG-2013. *Significativo a 5 % pelo teste F



Fonte: dados da pesquisa.

A massa do engajo se comportou de forma quadrática às doses de KCl (Figura 8), com máxima estimativa igual a 1,62 kg, na dose 72,05 g/família/mês de KCl (668 kg ha^{-1} ano⁻¹ de K_2O). O incremento obtido foi de 14,2% em relação à testemunha. Já com a aplicação da maior dose (160 g/família/mês de KCl) a redução da massa do engajo foi de 7,91% em relação à ausência de adubação potássica.

Figura 8 - Massa do engajo de bananeira ‘Nanica’, irrigada com água calcária no Norte de Minas Gerais, em função de doses de KCl, no primeiro ciclo de cultivo. IFNMG, Januária, MG-2013. *Significativo a 5 % pelo teste F



Fonte: dados da pesquisa.

A duração do ciclo do plantio ao florescimento não foi influenciada pela aplicação do KCl e $MgSO_4$, com média geral de 118,5 dias. Conforme Silva (2010), avaliando adubação com K e Mg em bananeira ‘Prata anã’ no Norte de Minas Gerais, não foi observado efeito significativo na variável ciclo da bananeira, no primeiro ciclo. No entanto, Ratke (2008) observou que doses crescentes e combinadas de N e K afetaram o intervalo de dias entre o florescimento e a colheita e dias entre o plantio e a colheita na cultivar Thap Maeo. Teixeira *et al.* (2007), avaliando o estado nutricional e a produção de frutos da bananeira sob fertirrigação e adubação com N e K, observaram, em dois ciclos de produção de bananeira, tendência de diminuição do ciclo em resposta à adubação, com a duração do primeiro ciclo variando inversamente à dose de adubo via fertirrigação.

4 Conclusão

As características de desenvolvimento vegetativo e de produção da bananeira foram influenciadas apenas pelas doses de KCl. Não existiu efeito da adubação com $MgSO_4$, mesmo a análise inicial do solo tendo apontado deficiência da referida base.

As melhores respostas das plantas ocorreram quando foram aplicadas doses próximas a 75 g de KCl, valor próximo ao usualmente recomendado para cultivo de bananeira. As doses de KCl quando excessivas foram bastante prejudiciais ao crescimento e à produção, possivelmente, em função do efeito salino ou ao desequilíbrio nutricional promovido por este elemento em alta concentração.

As plantas não supridas com KCl tiveram produção relativamente elevada, 18,52 kg de pencas, mesmo o solo tendo disponibilidade média para baixa de K.

A produção de máxima eficiência física foi apenas 21,25 kg de pencas, propiciando renda líquida inferior ao da testemunha.

As doses de KCl e $MgSO_4$ não influenciaram na duração do ciclo do plantio à floração e da floração à colheita. A duração

do plantio à floração foi em média 367,5 dias e da floração à colheita foi de 119 dias.

Referências

ALVAREZ, V.V.H. *Avaliação da fertilidade do solo (Superfícies de resposta? Modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta)*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994.

BORGES, A.L.; COELHO, E. F. *Fertirrigação em bananeira*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002.

BORGES, A.L.; SILVA, J.T.A.; OLIVEIRA, S.L. Adubação nitrogenada e potássica para bananeira cv. “Prata-Anã” irrigada: produção e qualidade dos frutos no primeiro ciclo. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.19, n. 2, p.179-184, 1997.

BRASIL, E.C. *et al.* Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.35, p.2407-2414, 2000. doi:10.1590/S0100-204X2000001200011

CETEC- Fundação Centro Tecnológica de Minas Gerais. 2º plano de desenvolvimento integrado do noroeste mineiro: recursos naturais. Belo Horizonte: CETEC, 1981.

DAMATTO JÚNIOR, E.R. *et al.* Experiências com o uso de adubação orgânica na cultura da banana. In: GODOY, L.J. G.; GOMES, J.M. Tópicos sobre nutrição e adubação da cultura da banana. Botucatu: FEPAF/UNESP, 2009. p.94-120.

DANTAS, J.L.L. *et al.* Classificação botânica, origem e evolução e distribuição geográfica. In: ALVES, E.J. *A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*. Cruz das Almas, Embrapa-CNPMP, 1999. p.27-34.

DANTAS, J.L.L.; SOARES FILHO, W.S. Classificação botânica, origem e evolução. In: ALVES et al. *Banana para exportação: aspectos técnicos da produção*. Cruz das Almas: MAARA-SDR-BA/EMBRAPA-SPI, 1995. p.9-13.

DELVAUX, B. Soil. In: GOWEN, S. *Bananas and plantains*. New York: Chapman & Hall, 1995. p.230-257.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Banana Produção: aspectos técnicos*, 2000.

FAQUIN, V. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.

FELISBERTO, G. *et al.* Crescimento de bananeira sob doses de fertilizante potássico de liberação controlada e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia, 2011. Anais, SBCS. CD ROM.

FERNANDES, L. A. *et al.* Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.43, n.11, p.1575-1581, 2008. doi:10.1590/S0100-204X2008001100017

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.S. *et al.* *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. Fortaleza: UFV, 2000. p.329-346.

GUERRA, A.G. *et al.* Frequência da fertirrigação da bananeira-prata anã com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão. *Eng. Agríc.*, v.24, n.1, p.80-88, 2004. doi: 10.1590/S0100-69162004000100010

GUTIERREZ, C.A.L. Diagnóstico del estado nutricional de plantaciones bananeras. *Asbana*, v.6, n.19, p.13-18, 1983.

HEDGE, D.M.; SRINIVAS, K. Growth, yield, nutrient uptake and water of banana crops under drip and basin irrigation with N and K fertilization. *Trop. Agricul.*, v.68, p.331-334, 1991.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_dez.pdf. Acesso: 10 jun. 2020.

KUMAR, N. *et al.* Nuevo factor para estimar el área foliar total en banano. *Infomusa*, v.11, n.2, p.42-43, 2002.

LANGENEGGER, W.; DU PLESSIS, S.F. *Fertilizer in banana cultivation*. Pretoria: Africa do Sul, Citrus and Subtropical Fruit Research Institute. 1980.

LIMA, M.B. *et al.* de. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira no Recôncavo Baiano. *Ciênc. Agrotecnol.*, v.29, n.3, p.515-520. doi:10.1590/S1413-70542005000300002

LIMA NETO, F.P. *et al.* Relações entre caracteres de rendimento e de desenvolvimento em genótipos de bananeira. *Magistra*, v.15, n.2, p.275-281, 2003.

MAIA, V.C. *et al.* 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. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.25, n.2, p.319-322, 2003. doi:10.1590/S0100-29452003000200034

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1989.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. New York: Academic Press, 1995.

MELO, A.S. *et al.* Crescimento, produção de biomassa e eficiência fotossintética da bananeira sob fertirrigação com nitrogênio e potássio. *Rev. Ciênc. Agron.*, v.41, n.3, p.417-426, 2010. doi: 10.1590/S1806-66902010000300014

MOREIRA, R.S. *Banana: teoria e prática de cultivo*. São Paulo: Fundação Cargill, 1999.

NUNES, A.P.A. *Crescimento e produção de bananeira em função da adubação com nitrogênio fósforo e potássio*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009.

NUNES, W.A.G.A. *et al.* Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do Rio Gorutuba. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.32, p.227-236, 2008. doi: 10.1590/S0100-06832008000100022

OLIVEIRA, E.R.; SILVA, T.C.; RAMOS, R.F.O. Evapotranspiração de referência em Janaúba-mg pelos métodos tanque classe “A” e Hargreaves-Samani. *Colloquium Agra.*, v.16, n.1, p.48-54, 2020. doi: 10.5747/ca.2020.v16.n1.a347

RATKE, R.F. *et al.* Desenvolvimento e produção de bananeiras Thap Mao e Prata-Anã com diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.34, n.1, p.277-288, 2012. doi: 10.1590/S0100-29452012000100037

ROBINSON, J. C. *Bananas and plantains*. Cambridge: CAB Internacional, 1996.

ROCHA, C.R.T. Produção da bananeira ‘Pacovan’ em função da fertilização com NPK. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2006.

RODRIGUES, M.G.V.; SOUTO, R.F.; MENEGUCCI, J.L.P. Efeito da poda da última penca do cacho da bananeira Prata Anã (AAB) irrigada na produção de frutos do norte de Minas Gerais. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.24, n.1, p.108-110, 2002. doi:10.1590/S0100-29452002000100023

SANTOS, J.G.R. *Desenvolvimento e produção da bananeira nanica sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de água*. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 1997.

- SANTOS, N.L. *Qualidade da água para irrigação no CEFET Januária, MG*. Januária: Centro Federal de Educação Tecnológica, 2007.
- SANTOS, V.P. Crescimento e produção da bananeira cv. prata anã (2º ciclo) sob fertirrigação nitrogenada e potássica. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2006.
- SANTOS, V.P. *et al.* Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um Argissolo Vermelho-Amarelo. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.31, p.567-573, 2009. doi: 10.1590/S0100-29452009000200035
- SILVA, I.P. Adubação com magnésio e potássio em bananeira “Prata anã” cultivada em área irrigada com água calcária no Norte de Minas. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.
- SILVA, J.T.A. *et al.* Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira Prata Anã. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.25, p.152-155, 2003. doi: 10.1590/S1415-43662012001200008
- SILVA, J.T.A.; BORGES, A.L.; MALBURG, J.L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. *Informe Agropec.*, v.20, p.21-36, 1999.
- SILVA, J.T.A.; CARVALHO, J.G. Avaliação nutricional de bananeira Prata-Anã (AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método Dris. *Ciênc. Agrotecnol.*, v.29, n.4, p.731-739, 2005. doi:10.1590/S1413-70542005000400004
- SILVA, J.T.A.; PACHECO, D.D.; COSTA, E.L. Atributos químicos e físicos de solos cultivados com bananeira ‘Prata-Anã’ (AAB), em três níveis de produtividade, no Norte de Minas Gerais. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.29, p.102-106, 2007. doi: 10.1590/S0100-29452007000100022
- SILVA, S.O. *et al.* Avaliação de clones de banana Cavendish. *Ciênc. Agrotecnol.*, v.30, p.832-837, 2006. doi: 10.1590/S1413-70542006000500002
- SILVA, J.T.A. *et al.* Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira ‘prata-anã’ (AAB). *Rev. Bras. Fruticul.*, v.30, n.3, p.782-786, 2008. doi:10.1590/S0100-29452008000300037
- SILVA, J.T.A.; SILVA, I.P.; PEREIRA, R.D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira ‘Prata anã’(AAB), cultivadas em dois Latossolos. *Rev. Ceres*, v.58, n.1, p.238-242, 2011. doi: 10.1590/S0034-737X2011000200016
- SILVA JÚNIOR, G.S. *Respostas biométricas, ecofisiológicas e nutricionais em genótipos diplóides de bananeira (Musa spp) submetidos à salinidade*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
- SIMMONDS, N. W. *Bananas*. Singapore: The Print House, 1982.
- SOUTO, R. F *et al.* *Sistema de produção para a cultura da banana ‘Prata Anã’ no Norte de Minas*. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997.
- SOUTO, R.F.; RODRIGUES, M.G.V.; MENEGUCCI, J.L.P. Efeito da retirada da inflorescência masculina na precocidade da colheita e produção da bananeira Prata Anã sob irrigação na região norte de Minas Gerais. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.23, n.2, p.257-260, 2001. doi: 10.1590/S0100-29452001000200010
- SOUSA, V.F.D. *et al.* Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira ‘Grand Naine’. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.39, n.9, p.865-869, 2004. doi:10.1590/S0100-204X2004000900005
- SOTO BALLESTERO, M. Bananos: cultivo y comercialización, San José: Litografía e Imprenta Lil, 1992.
- SOTO BALLESTERO, M. Bananos: cultivo y comercialización. San José: Imprenta Lil, 2000.
- TEIXEIRA, L.A.J. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Nanicão’ (*Musa* AAA subgrupo Cavendish) sob duas condições de irrigação. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000.
- TEIXEIRA, L.A.J.; NATALE, W.; MARTINS, A.L.M. Nitrogênio e potássio via fertirrigação e adubação convencional-estado nutricional das bananeiras e produção de frutos. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.29, n.1, p.153-160, 2007. doi: 10.1590/S0100-29452007000100032
- TEIXEIRA, L.A.J.; NATALE, W.; RUGGIERO, C. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. *Rev. Bras. Fruticul.*, v.23, n.3, p.684-689, 2001. doi: 10.1590/S0100-29452001000300048
- VIANA, A. *et al.* Produção de bananeira ‘Prata Anã’ sob adubações de potássio e magnésio em área irrigada com água calcária na localidade de Januária - MG. *Res. Soc. Develop.*, v.9, n.8, e573986093, 2020. doi:10.33448/rsd-v9i8.6093.