



INÊZ PEREIRA DA SILVA

**ADUBAÇÃO COM MAGNÉSIO E POTÁSSIO
EM BANANEIRA ‘PRATA ANÃ’ CULTIVADA
EM ÁREA IRRIGADA COM ÁGUA CALCÁRIA
NO NORTE DE MINAS**

LAVRAS – MG

2010

INÊZ PEREIRA DA SILVA

**ADUBAÇÃO COM MAGNÉSIO E POTÁSSIO EM BANANEIRA
'PRATA ANÃ' CULTIVADA EM ÁREA IRRIGADA COM ÁGUA
CALCÁRIA NO NORTE DE MINAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Dr.^a. Janice Guedes Carvalho

LAVRAS - MG

2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Silva, Inêz Pereira da.

Adubação com magnésio e potássio em bananeira 'Prata Anã'
cultivada em área irrigada com água calcária no Norte de Minas /
Inêz Pereira da Silva. – Lavras: UFLA, 2010.

59 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Janice Guedes de Carvalho.

Bibliografia.

1. *Musa* spp. 2. Banana. 3. Nutrição mineral. 4. Nutrientes. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.77289

INÊZ PEREIRA DA SILVA

**ADUBAÇÃO COM MAGNÉSIO E POTÁSSIO EM BANANEIRA
'PRATA ANÃ' CULTIVADA EM ÁREA IRRIGADA COM ÁGUA
CALCÁRIA NO NORTE DE MINAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 06 de agosto de 2010.

Dr. José Tadeu Alves da Silva

EPAMIG

Dr. Paulo Jorge de Pinho

UFLA

Dr. Rafael Pio

UFLA

Dr^a. Janice Guedes Carvalho

Orientadora

LAVRAS – MG

2010

A Deus,
Aos meus amigos,
E a todos que acreditaram na minha capacidade.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Dedicação, determinação... Fim de uma etapa vencida, mais um sonho realizado!!!

Agradeço a DEUS, pela vida e por tudo;

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência do Solo (DCS), pela oportunidade da realização do curso de pós-graduação;

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) – Centro Tecnológico Norte de Minas (CTNM) pelo apoio e condições favoráveis que disponibilizou o experimento para a dissertação;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

À professora Janice Guedes de Carvalho pelo apoio, orientação, amizade, incentivo e valiosos ensinamentos.

Ao Pesquisador Dr. José Tadeu Alves da Silva pela orientação, pelo incentivo, compreensão, amizade e dedicação;

Ao Dr. Paulo Jorge de Pinho pela compreensão, orientação, amizade e dedicação;

À Dr^a. Ana Rosa Ribeiro Bastos, pela simpatia, amizade, atenção e sugestões.

Ao professor Rafael Pio, pelo apoio e amizade;

Ao professor Carlos Alberto Silva, pelo apoio e confiança;

Aos meus familiares, meus pais Valdivino e Odete pela compreensão e confiança;

Aos professores do DCS, pelos valiosos conhecimentos transmitidos neste período;

À Dirce pela amizade, apoio e dedicação;

Aos funcionários e pesquisadores da EPAMIG/CTNM, pela amizade, convivência e pelo apoio.

Aos amigos Natália, Tatti, Danuza, Agda, Max, Édio, Poliana, Gildi, Ylana, Guilherme, Alessandra, Aline, a família Costa, turma da pensão, pelas palavras de conforto e amizade.

Aos funcionários do DCS, pela amizade.

Aos colegas da pós-graduação, pela agradável convivência.

Aos amigos do Laboratório, Cleber, Adalberto, Guilherme, Viviane, Gabriel, Lívia, Marís, Douglas e Murilo por tornar o dia-a-dia mais divertido e agradável.

A todos que de alguma forma, contribuíram para a realização desse sonho realizado.

E a todos que acreditaram na minha capacidade.

Muito obrigada!

“Não existe nada em toda a natureza que seja mais importante ou que mereça mais atenção que o solo. O solo é que verdadeiramente torna o mundo mais agradável para a humanidade. É o solo que nutre e provê para toda a natureza; toda a criação depende do solo que é o alicerce básico para a nossa existência.”

Friedrich Albert

RESUMO

Os objetivos desse trabalho foram avaliar os efeitos da aplicação de K e Mg sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo da bananeira 'Prata anã' irrigada com água calcária e determinar a dose de Mg e K para obter a máxima produção da bananeira. O experimento foi conduzido na fazenda experimental da EPAMIG. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 15 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial (3x5), correspondendo a três doses de potássio (0; 800 e 1200 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e cinco doses de magnésio (0; 60; 120; 240 e 480 kg ha⁻¹ ano⁻¹), aplicados na forma de cloreto de potássio e sulfato de magnésio. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados através das medidas de parâmetros de produção (peso do cacho, número de frutos por cacho, número de frutos por penca, número de pencas por cacho, peso do fruto central, comprimento do fruto central, diâmetro do fruto central e número de folhas viáveis), parâmetros de desenvolvimento vegetativo (altura, circunferência do pseudocaule e dias para a emissão do cacho) e os teores de nutrientes foliares. A aplicação de K no primeiro ciclo teve efeito positivo de forma linear sobre peso do cacho, número de frutos por cacho, número de pencas por cacho, número de frutos por penca, peso e diâmetro do fruto e circunferência do pseudocaule e não proporcionou efeitos significativos sobre os parâmetros de produção no segundo ciclo. A aplicação de Mg no solo não proporcionou efeitos significativos sobre a produção da bananeira. O aumento das doses de K e Mg proporcionou aumento nos teores foliares de K e B no primeiro ciclo e Cu, Zn e a altura da bananeira no segundo ciclo. As doses de Mg reduziram os teores foliares de N de forma quadrática e Mg de forma linear e o aumento das doses de K no primeiro ciclo, aumentou o teor de Ca e diminuiu o teor de Mn, no segundo ciclo aumentou o teor de K e reduziu os teores de Cu, B, Fe, Ca e Mg.

Palavras-chave: *Musa* spp. Nutrição mineral. Magnésio. Potássio.

ABSTRACT

The objectives of this work were to evaluate the effects of K and Mg application on the vegetative development and yield of banana plants 'Prata anã' irrigated with hard water and to determine Mg and K doses for maximum production of banana plant. The experiment was carried out at experimental farm of EPAMIG using a randomized complete block experimental design, with 15 treatments (3x5 factorial scheme) and three replicates. The treatments were three K doses (0; 800 and 1200 kg ha⁻¹ year⁻¹) and five Mg doses (0; 60; 120; 240 e 480 kg ha⁻¹ year⁻¹), using as source the potassium chloride and magnesium sulfate. Treatment effects were evaluated by measuring production parameters (bunch weight, number of fruits per cluster, number of fruits per bunch, number of bunches per cluster, central fruit weight, length and diameter and viable leaves number), vegetative development parameters (height, pseudostem circumference and days to the bunch) and foliar nutritional content. K application in the first cycle had a linear effect on bunch weight, number of fruits per cluster, number of bunches per cluster, number of fruits per bunch, fruit weight and diameter and pseudostem circumference and does not provide significant effects on production parameters in the second cycle. Soil Mg application does not provide significant effects on banana plants production. Increases in K and Mg doses showed increase in K and B foliar contents in the first cycle and Cu and Zn foliar content and banana plants height in the second cycle. Mg doses reduced quadratically N content and linearly Mg foliar content. In the first cycle, increasing K doses increased Ca content and decreased Mn content, in the second cycle, increased K content and decreased Cu, B, Fe, Ca and Mg foliar contents.

Keywords: *Musa* spp. Mineral nutrition. Magnesium. Potassium.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	A cultura da bananeira	13
2.2	Exigências Edafoclimáticas.....	15
2.3	Nutrição mineral da bananeira.....	16
2.3.1	Interação entre nutrientes.....	16
2.4	Marcha de absorção.....	17
2.5	Potássio (K).....	18
2.6	Magnésio (Mg).....	19
2.7	Qualidade de água na irrigação.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1	Parâmetros de desenvolvimento vegetativo da bananeira.....	24
4.2	Parâmetros de produção da bananeira.....	27
4.3	Teores foliares de nutrientes.....	31
4.3.1	Teor foliar de nitrogênio.....	34
4.3.2	Teor foliar de potássio.....	36
4.3.3	Teor foliar de cálcio.....	39
4.3.4	Teor foliar de magnésio.....	41
4.3.5	Teor foliar de boro.....	43
4.3.6	Teor foliar de cobre.....	46
4.3.7	Teor foliar de ferro.....	48
4.3.8	Teor foliar de manganês.....	49
4.3.9	Teor foliar de zinco.....	50
5	CONCLUSÕES.....	51
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A banana é a fruta mais produzida e consumida no mundo. Destaca-se pela sua riqueza nutricional. É extremamente rica em potássio, carboidratos e fibras solúveis, além de conter fósforo, cálcio, magnésio e vitaminas A, B e C. Entre os principais produtores mundiais, estão Índia, Brasil e China, e, que, juntos, produzem cerca de 50% do volume total. A produção anual brasileira, estimada é de sete milhões de toneladas, concentra-se nos estados da Bahia, São Paulo, Santa Catarina, Pará, Minas Gerais e Ceará, os quais produzem 67% da produção nacional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010). O estado de Minas Gerais é o quinto maior produtor em quantidade de frutos do Brasil (535.824 toneladas), com uma área cultivada de 36.372 ha. A região Norte do estado tem a maior área cultivada com bananeira (10.307 ha). Sendo o cultivar Prata anã um dos mais cultivadas (IBGE, 2010).

As adubações aplicadas nesta região são basicamente realizadas com cloreto de potássio, uréia, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, MAP e ácido bórico. Esses adubos quando aplicados inadequadamente, em grandes quantidades no solo, podem causar efeitos negativos nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Como consequência, o potencial produtivo dos bananais cultivados nesses solos pode reduzir ao longo do tempo para níveis anti-econômicos.

O sucesso da bananicultura depende de informações técnicas que possam ser aplicadas na cadeia produtiva com objetivo de aumentar a produtividade e reduzir o custo de produção. Bananais conduzidos de forma adequada, onde o manejo da adubação é realizado de forma correta, podem alcançar até 15 anos de idade, com produção economicamente viável.

Entretanto, a maioria dos bananais do Norte de Minas não ultrapassa seis a sete anos.

Na época da colheita, grande quantidade de matéria seca é produzida pela bananeira. Estes resíduos deixados no solo contêm quantidades elevadas de nutriente que após sua mineralização, pode ser absorvido pela planta. Borges, Bispo e Sato Júnior (2005) constataram, após três anos de cultivo, que o teor de matéria orgânica do solo reduziu em relação ao valor inicial, indicando condições favoráveis à decomposição desses resíduos. Hoffmann et al. (2010) trabalhando com a bananeira 'Prata Anã' sob irrigação verificaram que com a produtividade de $24,8 \text{ t ha}^{-1}$, 77% da biomassa acumulada na planta por ocasião da colheita, foi devolvida ao solo e que a cultivar Prata anã foi uma das que mais produziram resíduos vegetais após a colheita do cacho, e que o K foi o macronutriente acumulado em maior quantidade pela planta, acumulando de 5 a 10 vezes mais K que N. Já para o Ca e o Mg, exportaram apenas 5 a 28% do Ca absorvido e 11 a 27 % Mg, indicando que a maior parte desses nutrientes acumulados na planta são restituídos ao solo após a colheita do cacho.

O potássio (K) é o nutriente mais absorvido pela bananeira, sendo esse elemento encontrado em altas quantidades na planta. Para obter aumento na produtividade e frutos de boa qualidade, esta cultura exige a aplicação de doses elevada de K. Silva, Borges e Malburg (1999) citam que o efeito positivo da aplicação de altas doses de K somente ocorre quando os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) estão em teores adequados no solo. Portanto para manter o equilíbrio entre os cátions K e Mg é importante aplicar Mg no solo, devido às altas doses de K aplicadas durante os ciclos de produção da bananeira (SILVA; BORGES, 2008).

A aplicação de água com elevados teores de carbonato e bicarbonato pela irrigação, pode contribuir para o aumento do pH dos solos após alguns anos de cultivo. Os principais íons analisados na água de irrigação são Ca, Mg, K, Na,

cloreto, sulfato, carbonato e o bicarbonato. O carbonato e bicarbonato são os principais responsáveis pelo equilíbrio que governa o pH da água de irrigação. O excesso de carbonato e bicarbonato causa problemas de precipitação nas tubulações, diminuindo a eficiência de aplicação de água e fertilizantes quando se utiliza a irrigação localizada e se pratica a fertirrigação. Burt, O'Connor e Ruehr (1995) avaliando o estado nutricional da cultura da banana irrigada com água subterrânea, no Norte de Minas, verificaram aumento dos valores de pH do solo e o relacionaram à qualidade da água de irrigação. Fernandes et al. (2008), avaliando a fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos, observaram que, a aplicação da água calcária resultou em forte elevação do pH e da condutividade elétrica do solo, e promoveu desequilíbrio nutricional que limitam a produtividade da cultura.

Os objetivos desse trabalho foram avaliar os efeitos da aplicação de K e Mg no solo sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo da bananeira 'Prata anã' irrigada com água calcária e determinar a dose de Mg e K para obter a máxima produção da bananeira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da bananeira

A bananeira é cultivada principalmente nas regiões tropicais, onde é fonte de alimento e renda para milhões de pessoas. O Brasil é o 2º maior produtor mundial, com ampla disseminação da cultura em seu território brasileiro. Economicamente, a banana destaca-se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo. É cultivada por grandes, médios e pequenos produtores, sendo 60% da

produção proveniente da agricultura familiar (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010).

As cultivares de bananeira, originaram-se, em sua maioria, no continente asiático, tendo evoluído a partir das espécies diplóides selvagens *M. acuminata* e *M. balbisiana*. Pertence à classe *Monocotyledoneae*, ordem *Scitaminales*, família *Musaceae*, subfamília *Musoideae*, gênero *Musa* (SIMMONDS, 1973).

A bananeira é uma planta monocotiledônea e herbácea, com raízes fibrosas com o caule verdadeiro subterrâneo, denominado rizoma, o qual geralmente apresenta-se com um diâmetro superior a 30 cm, é a parte onde todos os órgãos estão apoiados, possui um pseudocaule formado por bainhas foliares. A inflorescência sai de dentro da copa, apresentando brácteas ovaladas, possui um sistema radicular fasciculado, dependendo da variedade e das condições do solo, o sistema radicular pode atingir até cinco metros de profundidade (BORGES; SOUZA; ALVES, 2010).

A bananeira Prata Anã (AAB) apresenta pseudocaule de cor verde-claro, brilhante; o porte varia de dois a três e meio metros e o diâmetro do pseudocaule é de aproximadamente 50 cm. As pencas são mais juntas, com bananas mais curtas. A ráquis é coberta por flores masculinas e por brácteas, menos nos primeiros 10-15 cm. A flor é bastante desenvolvida (ALVES, 1999).

Os fatores que influenciam no crescimento e produção das bananeiras classificam-se em fatores internos e externos. Os fatores internos estão relacionados com as características genéticas da variedade utilizada, enquanto que os externos referem-se às condições edáficas, ambientais, agentes bióticos e a ação do homem interferindo nos fatores edáficos e climáticos (BORGES; SOUZA, 2004).

2.2 Exigências Edafoclimáticas

A cultura pode ser estabelecida tanto em encostas como em terrenos planos. No entanto, é mais recomendado o plantio em área com declive inferior a 8%, ou em terrenos planos a suavemente ondulados, pois facilitam o manejo da cultura; entre 8% e 30% há restrição; e declives acima de 30% são considerados inadequados (CORDEIRO, 2000).

A bananeira é uma planta com grande adaptabilidade a valores de pH, pois chega a desenvolver-se em solos com pH entre 4,0 e 8,0. Contudo, obtém maiores rendimentos numa faixa de pH entre 6,0 e 6,5. (NÓBREGA, 2006).

Por se tratar de uma planta tropical, a bananeira necessita de temperaturas elevadas constante, umidade elevada e adequada distribuição de chuvas para que tenha um bom desenvolvimento (NATALE; RODRIGUES, 2010). A temperatura ideal para o seu desenvolvimento encontra-se em torno de 28°, com mínimas de 18° e máxima de 34° C. Temperaturas abaixo de 15° C provocam o fenômeno conhecido por *chilling* que prejudica os tecidos do fruto, desclassificando para o comércio. Segundo Simão (1998), baixas temperaturas retardam e dificultam a emissão de inflorescência. Este mesmo autor relata que, em condições climáticas favoráveis, ocorre emissão de uma folha a cada sete dias e, em situações desfavoráveis de baixa temperatura, a cada 15 a 21 dias. Esse comportamento interfere na duração do ciclo, no tamanho do cacho e na qualidade do fruto.

A bananeira necessita de uma precipitação média anual de 1900 mm, bem distribuído durante o ano. Quando a média mensal encontra-se a 100 mm, a bananeira se desenvolve de maneira satisfatória, mas é de fundamental importância que o solo tenha disponibilidade de água não inferior a 75% de sua capacidade de retenção sem, contudo, provocar saturação, o que prejudica a aeração (COELHO; OLIVEIRA; COSTA, 2001).

2.3 Nutrição mineral da bananeira

A produção de banana é influenciada por fatores internos da planta, como os genéticos, e fatores externos que são as condições de clima, solo e manejo agrônomico praticado na cultura, como a adubação. Segundo López e Espinosa (1995) a nutrição é um fator de produção de extrema importância para a bananeira devido à alta eficiência dessas plantas em produzir grandes quantidades de fitomassa em um curto período de tempo.

A bananeira é uma planta sensível ao desequilíbrio nutricional. 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).

Nos últimos cinco anos grandes áreas plantadas com bananeira no Norte de Minas tiveram que ser abandonadas devido as suas baixas produtividades e as altas incidências da Sigatoka amarela e Mal do Panamá. Essa última doença é causada por um patógeno de solo e pode dizimar 100% do bananal. Entre as várias causas, o manejo inadequado das adubações aplicadas nos bananais favoreceu para a ocorrência de desequilíbrios nutricionais.

2.3.1 Interação entre nutrientes

O crescimento e o desenvolvimento da bananeira dependem, além de outros fatores como luz, água e gás carbônico, de um fluxo contínuo de sais minerais. Os minerais, embora requeridos em pequenas quantidades sejam de fundamental importância para o desempenho das principais funções metabólicas da célula (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB, 2010).

Na solução do solo tanto os cátions como os ânions estão presentes em concentrações e formas diferentes. Assim, várias interações entre os íons durante sua absorção podem acontecer favorecendo ou não a absorção de determinado elemento. As principais interações que ocorrem são o antagonismo e sinergismo.

A inibição é a redução na taxa de absorção de um determinado elemento em virtude da presença de um inibidor. A inibição pode ser “competitiva” ou “não competitiva”. A inibição competitiva ocorre quando o elemento compete com o inibidor pelo mesmo sítio ativo do transportador ligado a membrana. Neste tipo de competição a inibição imposta pelo inibidor pode ser anulada pelo aumento na concentração do elemento. Na inibição não competitiva o íon e o inibidor não competem pelo mesmo sítio de absorção do transportador. Neste caso o efeito do inibidor não pode ser revertido com o aumento na concentração do íon. Para evitar tais competições é necessário que se estabeleçam práticas de adubação e calagem de maneira a ter um equilíbrio de nutrientes na solução do solo, evitando assim a deficiência na planta por este tipo de competição. O sinergismo é o estímulo positivo na absorção de um elemento pela presença de outro (MALAVOLTA, 2006).

Sendo a bananeira muito exigente em nutriente, o equilíbrio entre os elementos é essencial para o seu desenvolvimento normal, pois o excesso de um elemento pode induzir a deficiência de outro o que acarretaria o aparecimento de distúrbios fisiológicos na planta, inclusive tornando-a mais susceptível ao ataque de pragas e organismos causadores de moléstias (SILVA; BORGES; MALBURG, 1999).

2.4 Marcha de absorção

A bananeira é uma planta muito exigente em nutrientes, não só por produzir grande massa vegetativa, mas também por apresentar elevadas

quantidades de elementos absorvidos pela planta e exportados pelos frutos (SILVA; BORGES; MALBURG, 1999).

A necessidade de nitrogênios (N) para a bananeira é continua durante a maior parte de seu ciclo, principalmente durante o período de desenvolvimento vegetativo. O N é um elemento bastante relacionado com o crescimento da planta e produção da massa vegetal. Quanto à absorção do fósforo (P), o seu comportamento é semelhante ao do N (ARAÚJO, 2008).

A marcha de absorção dos macro e micronutrientes pela bananeira é maior após o quinto mês, quando há maior acúmulo de matéria seca e, conseqüentemente, de nutrientes, até o florescimento, estabilizando-se até a colheita, exceção feita ao zinco e potássio, este último por acumular em grande quantidade nos frutos (BORGES; OLIVEIRA, 2000; SILVA; BORGES; MALBURG, 1999).

2.5 Potássio (K)

A bananeira é muito exigente em nutrientes, principalmente potássio (K) e nitrogênio (N). No entanto, ocorrem diferenças entre cultivares e até mesmo dentro de um grupo genômico nas quantidades absorvidas, em razão das características genéticas, dos teores de nutrientes no solo, do tipo de manejo, entre outros (BORGES; OLIVEIRA, 2000). O K^+ é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais. O K é um elemento essencial para o crescimento, desenvolvimento e maturação dos grãos e frutos. Esse nutriente é um regulador da atividade celular promovendo a síntese de carboidrato e de proteína. A falta de K faz com que ocorra acúmulo de produtos

nitrogenados e açúcares solúveis. Uma série de doenças das plantas é atenuada pela aplicação de K no solo (MEURER, 2006).

Para obter elevada produtividade e frutos de boa qualidade, a bananeira exige a aplicação de doses pesadas de K. A quantidade deste elemento, aplicada nos solos de diversos países produtores de banana varia de 100 a 1200 kg de K_2O $ha^{-1}ano^{-1}$ (SILVA; BORGES; MALBURG, 1999).

A fonte de K mais utilizada é o cloreto de potássio (KCl) que possui 58% de K_2O . As outras fontes utilizadas em menores quantidades são o sulfato de potássio (K_2SO_4 - 50% de K_2O e 16% de S), o sulfato de potássio e magnésio (18% de K_2O e 4,5% de Mg) e o nitrato de potássio (KNO_3 - 44% de K_2O e 13% de N).

2.6 Magnésio (Mg)

Esse nutriente é absorvido pela planta na forma iônica Mg^{2+} da solução do solo e acessado pelas raízes principalmente pelo mecanismo de interceptação radicular e fluxo de massa. A absorção de Mg esta associada, também, às suas relações de equilíbrio com Ca e K na solução do solo (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007). As principais funções do Mg nas plantas atua na participação na clorofila, como ativador de um grande número de enzimas e carregador do P (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). Na deficiência do Mg^{2+} há, portanto, diminuição na síntese de clorofila e, conseqüentemente, na taxa fotossintética. Entretanto, avaliações quantitativas demonstram que a taxa fotossintética diminui mais drasticamente que o próprio teor de clorofila (PRADO, 2008).

A quantidade de Mg recomendado é de 100 a 150 kg de MgO $ha^{-1} ano^{-1}$, sendo que as fontes mais utilizadas são o sulfato de magnésio ($MgSO_4$ - 17% de MgO e 12% de S) ou o óxido de magnésio (86% de MgO). Em solos

irrigados com água calcária, o sulfato de magnésio é a fonte mais apropriada, pois o óxido de magnésio possui baixa solubilidade e deve ser utilizado em solos com baixo pH (SILVA; BORGES, 2008).

A taxa de absorção do Mg pode ser afetada por outros cátions, como K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} . Para se obter bons rendimentos no cultivo da bananeira os teores de K, Ca e Mg no solo devem apresentar equilibrados (FAQUIN, 2005).

2.7 Qualidade de água na irrigação

A água é essencial para os seres vivos e fator de fundamental importância para produção de alimentos. A prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso da região semi-árida do Norte de Minas, onde ocorre o déficit hídrico para as plantas devido à taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante a maior parte do ano (HOLANDA; AMORIM, 1997).

A irrigação é imprescindível para a produção de banana na região. Devido à escassez hídrica superficial, os irrigantes da região do Norte de Minas utilizam as águas subterrâneas disponíveis e de qualidade inferior. Os problemas de seu uso na irrigação são a salinização, alcalinidade, sodificação dos solos e suas consequências, além da obstrução ou corrosão de equipamentos. A irrigação com água acentuadamente calcária propicia altas concentrações de HCO_3^- na solução do solo, $CaCO_3$ precipitado, valores elevados de pH e virtualmente nenhum H^+ e Al^{3+} (FARIA et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em Latossolo Vermelho (LV) com textura argilosa (SILVA, 1999), na Fazenda Experimental de Jaíba (FEJA), Jaíba, MG, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) situada na região do Norte de Minas, com altitude 500 metros, longitude leste 43° 45' 43,1'', latitude sul, 15° 21' 51,4''. Segundo a classificação de Köppen, o tipo de clima predominante dessa área Aw, caracterizado pela existência de uma estação seca bem acentuada durante o inverno.

Antes do plantio da bananeira foram coletadas amostras de solos, na profundidade de 0 a 20cm, conforme recomendação de Cantarutti, Alvarez e Ribeiro (1999). A determinação de pH em água, Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, P e a granulometria foi realizada conforme Silva (1999) e encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Atributos químicos e granulometria do solo, antes do plantio, na profundidade de 0-20cm, EPAMIG/UFLA, Jaíba-MG

pH	¹ P	¹ K	Ca	Mg	CTC	V	² P-rem	³ MO	Argila	Silte	Areia
	--mg dm ⁻³ --		-----cmol _c dm ⁻³ -----			%	mg L ⁻¹	-----dag kg ⁻¹ -----			
6,1	3,3	128	6,5	1,6	11,0	78	18,4	2,4	50	29	21

¹Extrator Melich¹. ²Fósforo remanescente. ³MO: Matéria orgânica

O resultado das análises químicas da água utilizada para irrigação, conforme metodologia descrita por Richards (1954) é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 Valores médios das propriedades químicas da água calcária provenientes de poços artesianos utilizada para irrigação, EPAMIG/UFLA, Jaíba-MG

pH	¹ CE	Ca	Mg	Na	$CO_3^{-2} + HCO_3^-$	² ISL
	--dS m ⁻¹ --	----- mmol _c L ⁻¹ -----				
7,0	1,0	7,5	2,0	1,4	7,0	0,2

¹Condutividade elétrica, ²Índice de Saturação de Langilier

Para instalação do experimento foram utilizadas mudas de bananeira c.v Prata Anã obtidas de cultura de tecidos. Foram abertos sulcos com espaçamento de 3,0 m entre eles e, ao longo desses foram abertas covas de 10 cm x 10 cm, no espaçamento de 2,7 m.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 15 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial (3 x 5), correspondendo a três doses de potássio (0; 800 e 1200 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e cinco doses de magnésio (0; 60; 120; 240 e 480 kg ha⁻¹ ano⁻¹).

Na cova de plantio de todas as parcelas foram aplicados os adubos segundo recomendações de Silva, Borges e Malburg (1999). As adubações de crescimento e frutificação foram aplicadas mensalmente e manualmente em semicírculo a 40 cm de distância das plantas.

A condução e o manejo das bananeiras do experimento foram realizadas conforme recomendações de Souto et al. (1999), utilizando uma família em cada touceira de bananeira (plantas mãe, filha e neta), sendo que, neste trabalho foi avaliado apenas as plantas mãe e filha. O controle de pragas foi realizado conforme recomendações de Reis, Souza e Simões (1999), o controle de doenças foi realizado conforme recomendações de Pereira et al. (1999) e o controle de nematóides foi realizado conforme recomendações de Gonzaga et al. (1999).

O experimento foi irrigado utilizando o sistema de microaspersão. O manejo da irrigação foi realizado por meio de medidas da evaporação do tanque classe A, conforme descrito por Costa, Maeno e Albuquerque (1999).

Nas plantas iniciando a emissão do cacho foi coletada a 3ª folha a partir do ápice, onde foram retirados 10 cm do centro do limbo de cada folha eliminando a nervura central. O material colhido foi lavado e seco em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C, durante 72 horas. O material após seco foi moído para ser analisado. O teor de N foi determinado pelo método micro Kjeldahl. No extrato, obtido por digestão nitroperclórica, foram determinados o P por colorimetria, o K por fotometria de chama, os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e o de S total por turbidimetria. O B foi determinado por colorimetria de curcumina (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

No início da emissão dos cachos das plantas, de cada parcela útil, foi avaliada a altura, o diâmetro do pseudocaulo a 30 cm da superfície do solo e o número de folhas viáveis das plantas mães e filhas. Foi avaliado também o ciclo da bananeira (dias), que consistiu no período entre o plantio das mudas até a emissão do cacho de banana da planta mãe.

Os cachos de banana das plantas de cada parcela útil, quando atingiram o ponto de colheita, foram colhidos, despencados e pesados. Com a utilização de um paquímetro foram avaliados o comprimento e o diâmetro do fruto mediano da segunda penca de cada cacho.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância (Teste F) e ajustes de regressões. As análises foram realizadas com o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros de desenvolvimento vegetativo da bananeira

Observando a análise de variância apresentada na Tabela 3, verificou-se que houve resposta significativa à aplicação das doses de K, para o diâmetro do pseudocaule, não sendo observado efeito significativo na variável ciclo da bananeira, a altura da planta e número de folhas viáveis. No segundo ciclo, houve resposta significativa para a aplicação das doses de Mg e K apenas para altura; não obtendo efeito significativo para as variáveis, diâmetro do pseudocaule, número de folhas viáveis e ciclo da bananeira.

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos parâmetros, altura das plantas (APL), diâmetro do pseudocaule (DPC), número de folhas viáveis (NFV) e ciclo da bananeira 'Prata anã' (CB) em função das doses de K e Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

Primeiro ciclo					
FV	GL	APL	DPC	NFV	CB
Mg	4	1853	9,25	5,01	66,35
K	2	2688	14,65*	12,46	166
Mg x K	8	2886	13,93	13,84	416,7
Erro	30	4217,9	21,62	52,5	1238
Média geral		264	22,5	16,17	282
CV (%)		8,24	3,77	7,91	2,27
Segundo ciclo					
Mg	4	0,12	7,94	3,91	6237
K	2	0,04	2,64	3,51	3239
Mg x K	8	0,59*	8,08	7,15	5604
Erro	30	0,81	37	39,33	16333
Média geral		3,4	24,86	16,84	395,75
CV (%)		4,85	4,47	6,8	5,84

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente

Verificou-se que o diâmetro do pseudocaule aumentou de forma linear com a aplicação das doses de K no solo (Gráfico 1).

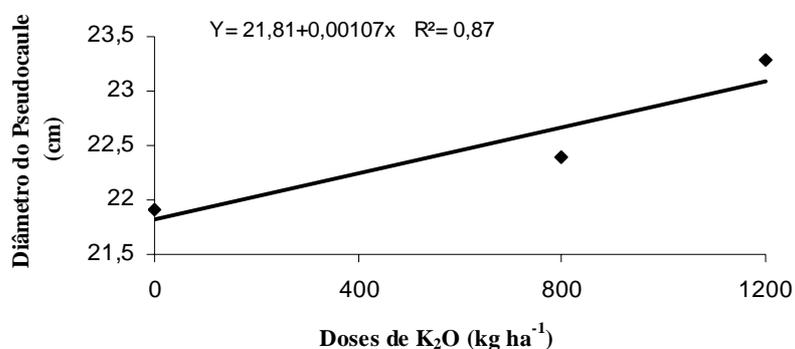


Gráfico 1 Diâmetro do pseudocaulé (cm) no primeiro ciclo da bananeira ‘Prata Anã’ irrigada com água calcária no Norte de Minas, em função de doses de K aplicadas no solo, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

Esses resultados divergem dos encontrados por Brasil et al. (2000) que trabalhando com desenvolvimento e produções de frutos de bananeira em resposta à adubações nitrogenada e potássica, não encontraram efeito das doses de potássio sobre a altura das plantas e diâmetro do pseudocaulé. Entretanto Silva et al. (2008) trabalhando com aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira ‘Prata anã’ observaram que a altura e o diâmetro do pseudocaulé das mudas aumentaram de forma quadrática com as doses de K.

No início do desenvolvimento da planta o pseudocaulé parece ser o maior depositário de K, seguido pelas folhas e rizomas. Na floração os órgãos mais concentrados em K são o pseudocaulé, folhas, rizomas e ráquis. (HOFFMANN et al., 2010).

Na dose zero de K, a altura das plantas reduziu até a dose 180 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Mg, aumentando em seguida com o aumento das doses de Mg, já para as doses de 800 e 1200kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K, a altura das plantas reduziu de forma linear e quadrática, respectivamente, com o aumento das doses de Mg (Gráfico 2). De acordo com Vitti, Lima e Cicarone (2006), o magnésio é um nutriente

indispensável ao crescimento das plantas porque desempenha um papel essencial na constituição da clorofila, base da fotossíntese, ativador de enzimas e carregador do P.

Silva et al. (2008) trabalhando com mudas de bananeira, observaram que o aumento das doses de K, aumentou de forma quadrática a altura das mudas de bananeira que diminuiu de forma linear com as doses de Mg. Segundos os autores as maiores doses de Mg e K, proporcionaram diminuição da altura das plantas.

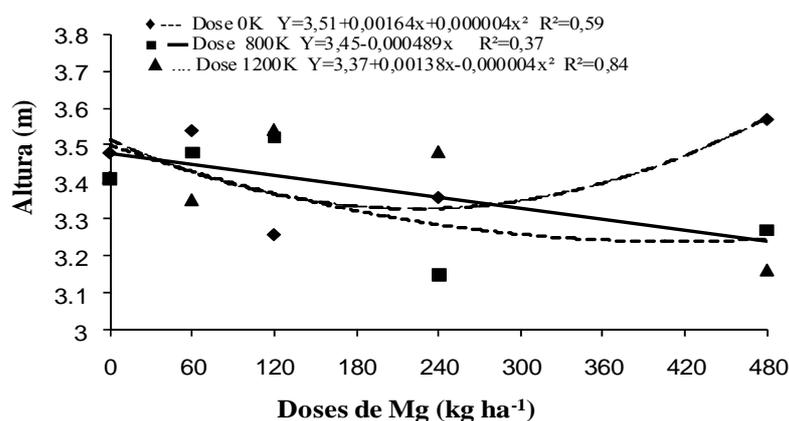


Gráfico 2 Altura da bananeira 'Prata Anã' cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, no segundo ciclo em função de doses de K aplicadas no solo, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

4.2 Parâmetros de produção da bananeira

De acordo com a análise de variância (Tabela 4) houve, no primeiro ciclo, resposta significativa da bananeira à aplicação das doses de K, para o peso do cacho (PC), número de fruto por cacho (NFC), número de pencas por cacho (NPC), peso do fruto central (PFC) e diâmetro do fruto central (DFC), não sendo

observado efeito significativo das doses de K sobre o comprimento do fruto central (CFC) e número de frutos por penca (NFP). Já para no segundo ciclo, houve resposta significativa da aplicação das doses de K sobre apenas o NFP, não obtendo efeito significativo para as outras variáveis.

Tabela 4 Resumo da análise de variância para o peso do cacho (PC), número de fruto por cacho (NFC), número de frutos por penca (NFP) número de pencas por cacho (NPC), peso do fruto central (PFC), comprimento do fruto central (CFC), e o diâmetro do fruto central (DFC), em bananeira ‘Prata Anã’ em função das doses de K e Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

Primeiro ciclo								
FV	GL	PC	NFC	NFP	NPC	PFC	CFC	DFC
Mg	4	35,8	303,15	14,3**	0,47	1483,5	58,86	0,86
K	2	66**	1598**	5,50	2,27**	2809**	56,15	0,76*
Mg x K	8	36,8	320	2,46	1,18	3191	98,52	0,51
Erro	30	199	3125	46,7	7,73	8664	383,9	3,38
Média geral		17,9	118,8	14,4	8,18	114,37	17,07	3,42
CV (%)		14,3	8,59	8,64	6,20	14,86	20,95	9,82
Segundo ciclo								
Mg	4	13,6	494	0,94	1,3	502,9	2,37	0,1
K	2	2	3,2	0,43*	1	1109,2	5,3	0,08
Mg x K	8	106	838	1,91	4,2	3534	11,42	0,68
Erro	30	155,8	4561	1,56	7,8	12978	68,93	1,14
Média geral		18,99	129	2,27	9,0	145,71	18,1	3,71
CV (%)		12	9,54	10,06	5,6	14,27	8,38	5,25

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente

A aplicação das doses de K no primeiro ciclo aumentou de forma linear, o peso do cacho, o número de frutos por cacho, o número de penca por cacho e peso do fruto e diâmetro do fruto (Gráfico 3).

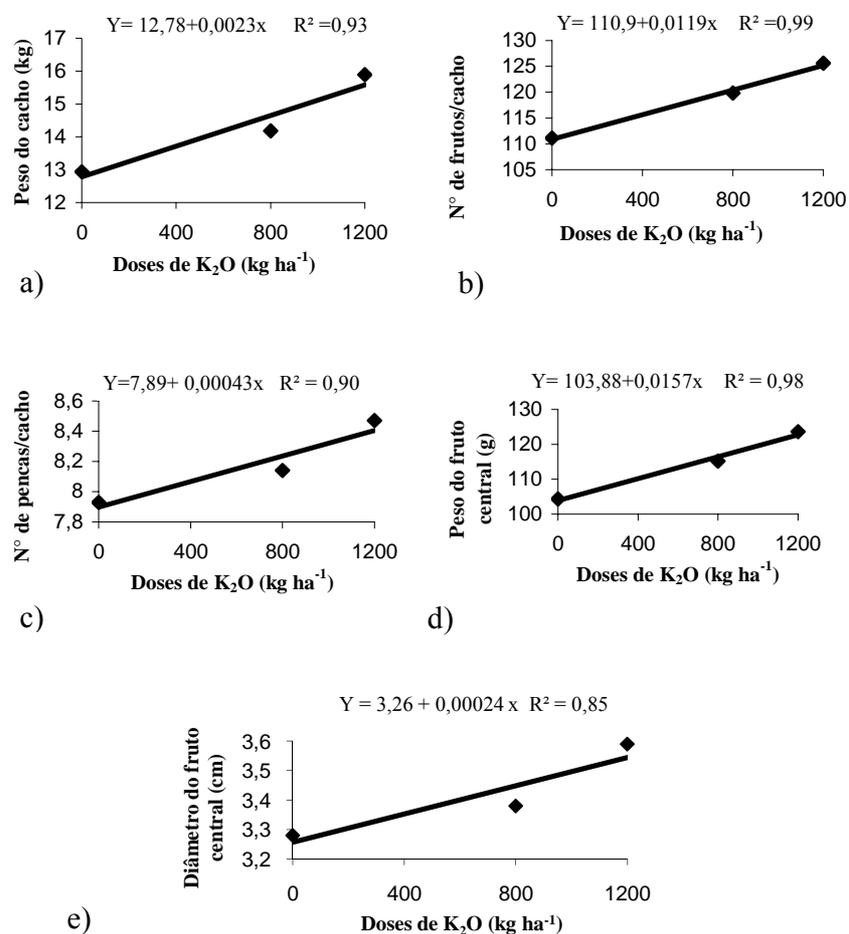


Gráfico 3 Peso do cacho (kg) (a), número de frutos cacho⁻¹ (b), número de penca cacho⁻¹ (c), peso do fruto (g) (d), e diâmetro do fruto (cm) (e) da bananeira 'Prata Anã', no primeiro ciclo de produção em função das doses de K aplicadas no solo, cultivada com irrigação de água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

Resultados semelhantes foram encontrados por Brasil et al. (2000) que trabalhando com desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica sobre o peso de cacho, peso de

penca por cacho e peso médio de penca. Entretanto, Maia et al. (2003), não encontraram efeito positivo de doses de K sobre o peso do cacho, número de fruto por cacho e diâmetro do fruto. Silva et al. (2003), estudando o efeito de N e K sobre o desempenho da bananeira c.v Prata anã em Latossolo amarelo, no Norte de Minas, observaram resposta positiva ao K somente no quarto ciclo de produção, onde a dose de, de 960,5 kg ha⁻¹ promoveu a máxima produção, proporcionando aumento de 11,2% na produção de banana em relação à testemunha.

No segundo ciclo, observou-se que, com a aplicação de doses de K houve resposta de forma linear no número de frutos por penca (Gráfico 4).

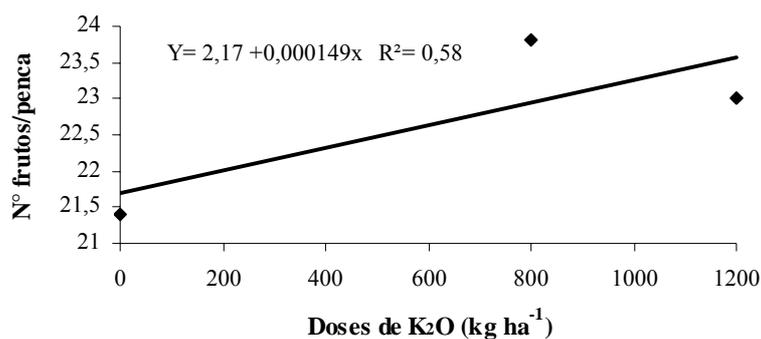


Gráfico 4 Número de frutos por penca no segundo ciclo, da bananeira 'Prata Anã' em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

A bananeira é muito exigente em K, requer altas doses para obter alta produtividade e frutos de boa qualidade. Esse nutriente é importante na translocação dos fotossintatos, no balanço hídrico e na qualidade dos frutos, pois a sua presença favorece o aumento dos sólidos solúveis totais e açúcares e reduz a acidez da polpa. O cacho é a parte da planta mais afetada pelo baixo suprimento de K, a translocação de carboidratos das folhas para os frutos

diminui e, mesmo quando os açúcares atingem os frutos, sua conversão em amido é restrito, produzindo frutos pequenos e impróprios para comercialização, com maturação irregular e polpa pouco saborosa (BORGES, 2004).

Com a aplicação das doses crescentes de Mg houve redução linear do número de frutos por penca no primeiro ciclo (Gráfico 5). Segundo Borges e Oliveira (2006) com a deficiência de Mg o cacho torna-se raquítico e deformado, com maturação irregular, polpa mole, sabor desagradável, com o apodrecimento rápido do fruto. Provavelmente, a não resposta da produção da bananeira a aplicação de Mg seja devido a presença deste elemento na água de irrigação (Tabela 2), favorecendo a elevação da sua disponibilidade no solo.

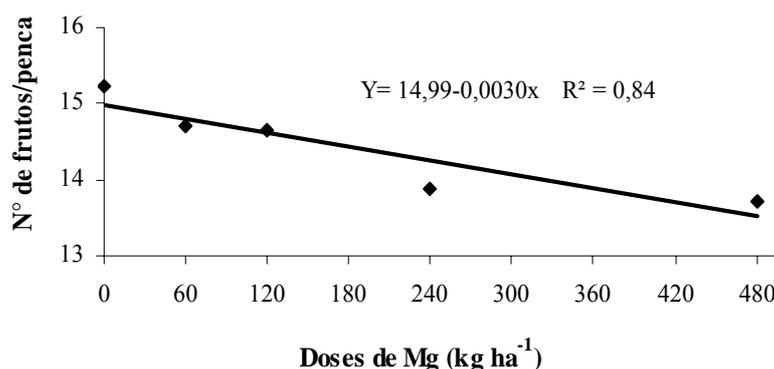


Gráfico 5 Número de frutos por penca no primeiro ciclo, da bananeira 'Prata Anã' em função de doses de Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, Jaíba, MG. 2010

4.3 Teores foliares de nutrientes

De acordo com a análise de variância dos dados de teores de macronutrientes foliares (Tabela 5), verificou-se que houve efeito da aplicação do K no solo sobre os teores foliares de K e Ca no primeiro ciclo e do K, Ca e

Mg no segundo ciclo. Houve efeito da aplicação de Mg no solo sobre os teores foliares de N, K, Ca e Mg no primeiro ciclo e, no segundo ciclo, não verificou efeitos das doses de Mg aplicadas no solo sobre os teores foliares dos macronutrientes. Ocorreu interação significativa entre K e Mg sobre o teor foliar de K no primeiro ciclo de produção da bananeira.

Tabela 5 Resumo da análise de variância dos teores foliares de macronutrientes, excêntrico em bananeira 'Prata Anã' em função das doses de K e MG cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

Primeiro ciclo							
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Mg	4	0,6*	0,0042	4,39*	0,17	0,17**	0,008
K	2	0,32	0,002	2,02*	0,13*	0,00045	0,0012
Mg x K	8	0,79	0,007	6,81*	0,065	0,04	0,023
Erro	30	1,58	0,015	9,05	0,47	0,15	0,047
Média geral		3,08	0,14	2,63	0,82	0,43	0,21
CV (%)		7,46	15,28	20,86	15,26	16,36	18,74
Segundo ciclo							
Mg	4	0,07	0,00063	0,205	0,054	0,017	0,009
K	2	0,18	0,00059	8,73**	0,55**	0,458**	0,0048
Mg x K	8	0,63	0,00114	1,25	0,366	0,077	0,037
Erro	30	1,71	0,0045	4,16	1,345	0,269	0,035
Média geral		2,98	0,1535	2,31	1,22	0,58	0,1513
CV (%)		8,01	7,95	16,11	17,35	16,18	22,63

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente

A análise de variância dos dados dos teores de micronutrientes foliares (Tabela 6) mostrou que houve efeito da aplicação do K no solo sobre os teores foliares de B e Mn no primeiro ciclo e B e Fe no segundo ciclo. Houve efeito da

interação do Mg e K aplicados no solo sobre os teores foliares de B, Cu e Mn no primeiro ciclo e Cu e Zn no segundo ciclo.

Tabela 6 Resumo da análise de variância dos teores foliares de micronutrientes, em bananeira “Prata Anã” em função das doses de K e MG cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

Primeiro ciclo						
FV	GL	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Mg	4	22,44	13,99	21968	237218,6	62,7
K	2	87**	1,5	11355	4487848,9**	5,75
Mg x K	8	263**	42,87**	13708	1918761,3*	39,82
Erro	30	157	48,35	41888	2611844,5	159,6
Média geral		10,65	8,32	102,77	774,93	14,38
CV (%)		21,5	15,24	36,36	38,08	16
Segundo ciclo						
Mg	4	23,95	11,85*	4125,78	252456	0,49
K	2	96,06**	0,7	3949*	321034	16,51
Mg x K	8	33,4	15,81*	9383	1222093	53,67*
Erro	30	105,97	28,96	22597	4232011	88,61
Média geral		9,98	9,96	97,92	942,4	14,77
CV (%)		18,81	9,86	28	39,85	11,63

** e * Significativo a 1 e 5% pelo teste de F, respectivamente

Segundo Borges (2004) o K e o N são os nutrientes mais absorvidos e exigidos para o crescimento e produção da bananeira, seguido pelo Mg e o Ca, e em seqüência e com menor grau de absorção estão o S e o P. Entre os micronutriente o B e o Zn são os mais importantes seguidos pelo o Cu.

4.3.1 Teor foliar de nitrogênio

Com aumentos das doses de Mg houve uma diminuição no teor de N foliar de forma quadrática até a dose de 240 kg ha⁻¹ onde, a partir desse ponto, houve aumento do teor de N com o aumento das doses de Mg, no primeiro ciclo de produção (Gráfico 6). Segundo Faquin (2005), as plantas são capazes de absorver N na forma mineral como NH₄ e NO₃, e a maior absorção de uma forma em relação à outra é acompanhada por variação do pH do meio. Para a manutenção da neutralidade elétrica interna no citoplasma, com a absorção do NH₄⁺ há extrusão de um próton (H⁺) para o meio; da mesma maneira para o NO₃⁻ com o OH⁻ ou HCO₃⁻, o que provoca a redução ou a elevação do pH do meio. Como a área é irrigada com água calcária proveniente de poço tubular, que se caracteriza por apresentar elevadas concentrações de CO₃⁻² e HCO₃⁻, e que esta área é irrigada continuamente, o pH do solo é elevado, inibindo assim a absorção de NO₃⁻ e absorvendo NH₄⁺. Pressupõe-se que tenha ocorrido uma interação antagônica entre o Mg e NH₄⁺, diminuindo a sua absorção e reduzindo o teor de N foliar. Apesar do resultado significativo estatisticamente, esses dados foi de baixa magnitude em função da nutrição.

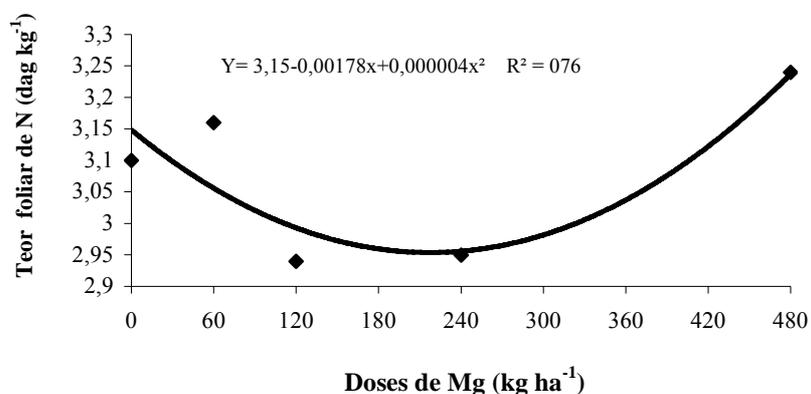


Gráfico 6 Teor de N foliar no primeiro ciclo, da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

Ressalta-se que os teores foliares observados foram maiores que os valores de N preconizados por Silva e Borges (2008) para a bananeira cultivada no Norte de Minas, que são de 2,5 a 2,9 dag kg⁻¹ para a bananeira ‘Prata anã’ irrigada.

4.3.2 Teor foliar de potássio

Com o aumento das doses de Mg, o teor foliar de K aumentou de forma linear (Gráfico 7). O incremento da concentração do K na solução tem efeito depressivo na absorção do Mg, enquanto o inverso não ocorre (FONSECA; MEURER, 1997). Segundo Faquin (2005) geralmente a concentração de Mg na solução do solo é maior do que a K, mas a taxa de absorção do K é maior do que o Mg.

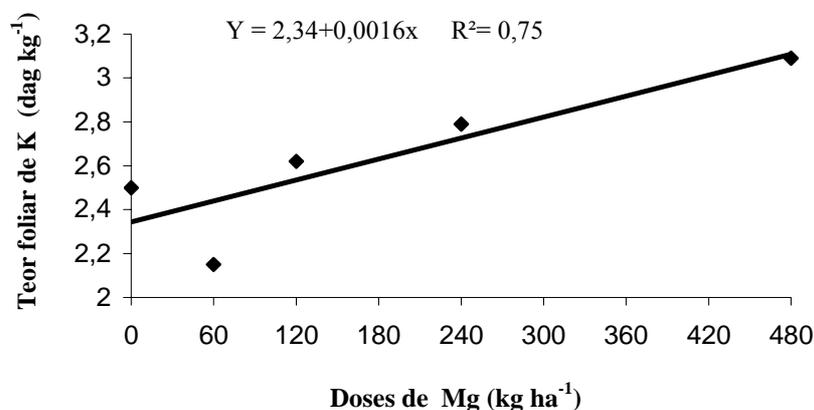


Gráfico 7 Teor de K foliar no primeiro ciclo, da bananeira 'Prata Anã' em função de doses de Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

A aplicação das doses de K aumentou de forma linear o teor de K foliar no primeiro ciclo (Gráfico 8). Resultados semelhante foram encontrados por Silva et al. (2003) que trabalhando com adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-anã observou que, com a aplicação de doses crescentes de K no solo elevou o teor foliar de K significativamente.

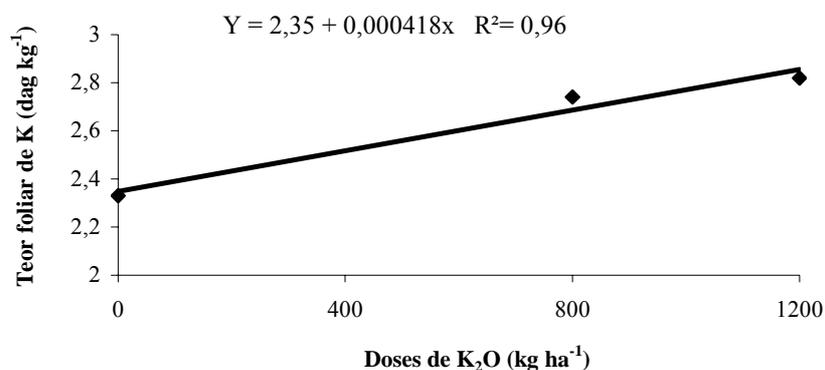


Gráfico 8 Teor foliar de K no primeiro ciclo, da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

Na Gráfico 9 estão dispostos os resultados do teor foliar de K em função das doses de K e Mg em bananeira ‘Prata Anã’ no primeiro ciclo. Observou-se que, na ausência da adubação potássica, o teor de K nas folhas da bananeira elevou de forma quadrática com o aumento das doses de Mg, sendo que a maior concentração ocorreu na dose de 298 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de Mg. Com a aplicação de 800 kg ha⁻¹ de K no solo, houve aumento de forma quadrática do teor foliar de K e com a aplicação da dose de 1200 kg ha⁻¹ de K, o teor foliar de K reduziu de forma quadrática com o aumento das doses de Mg aplicadas no solo. O maior teor foliar de K observado foi de 3,75 dag kg⁻¹, com a combinação das doses de 800 kg ha⁻¹ de K com 481 kg ha⁻¹ de Mg, acima dos teores adequados para a cultura da bananeira indicados por Silva e Borges (2008), que varia de 2,7 a 3,5 dag kg⁻¹.

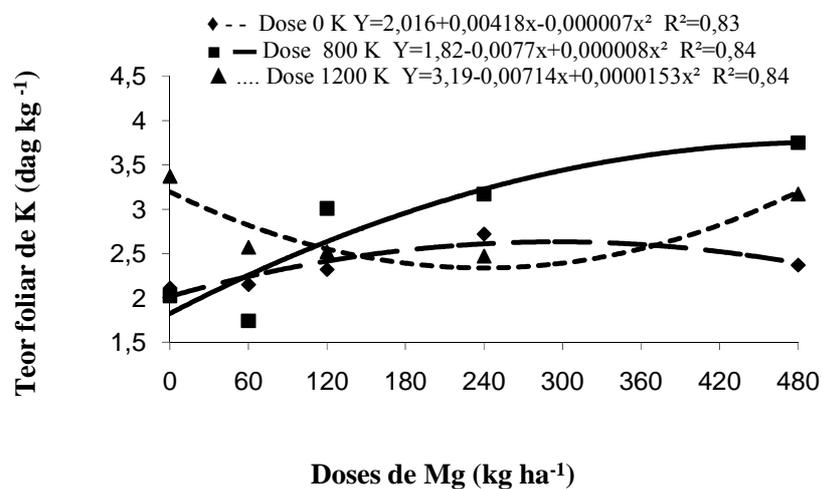


Gráfico 9 Teor foliar de K no primeiro ciclo, da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de K e Mg aplicadas no solos, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

No segundo ciclo com o incremento das doses de K aplicado no solo, aumentou o teor de K foliar de forma linear (Gráfico 10).

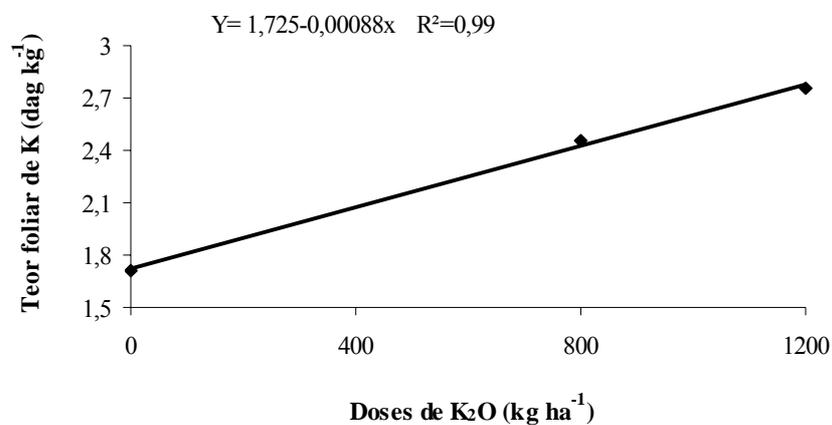


Gráfico 10 Teor foliar de K no segundo ciclo da bananeira 'Prata Anã' em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, Jaíba, MG. 2010

4.3.3 Teor foliar de cálcio

No primeiro ciclo, com o aumento das doses de K, houve um aumento no teor foliar de Ca de forma linear (Gráfico 11). Segundo Manica (1997) a absorção de Ca pela plantas apresenta como um processo passivo, aumentando o seu teor na medida em que a planta vai envelhecendo.

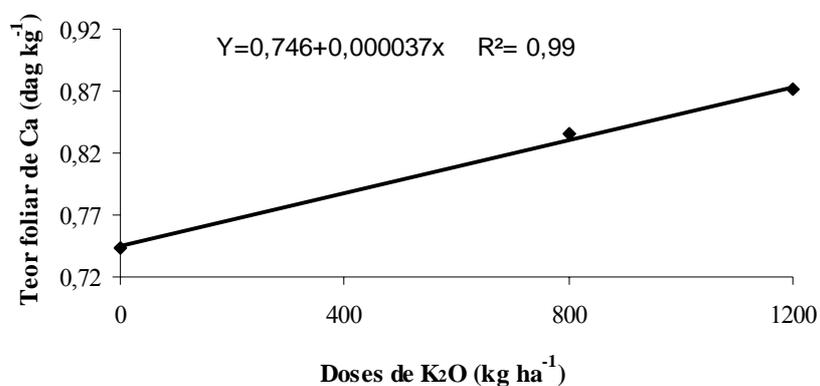


Gráfico 11 Teor foliar de Ca no primeiro ciclo da bananeira 'Prata Anã' em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, Jaíba, MG. 2010

No segundo ciclo com o aumento das doses de K aplicadas no solo, proporcionalmente houve diminuição do teor de Ca foliar de forma linear (Gráfico 12). A redução dos teores de Ca nos tecidos foliares possivelmente é atribuída ao efeito competitivo entre esses nutrientes (MALAVOLTA, 2006).

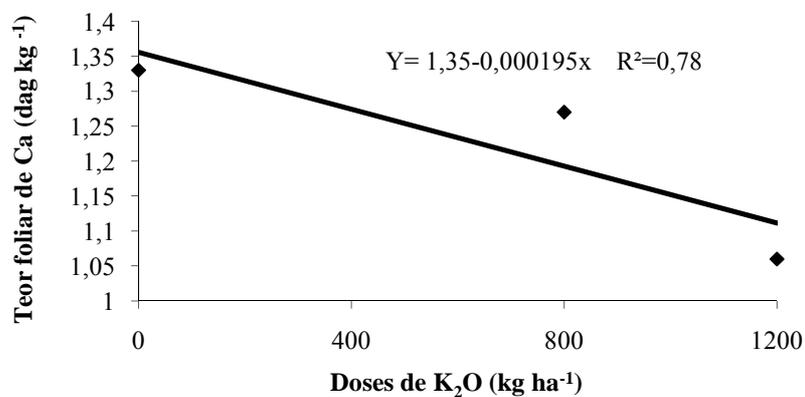


Gráfico 12 Teor foliar de Ca no segundo ciclo da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, Jaíba, MG. 2010

4.3.4 Teor foliar de magnésio

O teor de Mg reduziu de forma linear com o aumento das doses de Mg aplicadas no solo (Gráfico 13). O resultado obtido foi diferente do esperado, pois com o aumento das doses de Mg aplicadas no solo esperava-se que o teor foliar deste elemento aumentasse nas folhas.

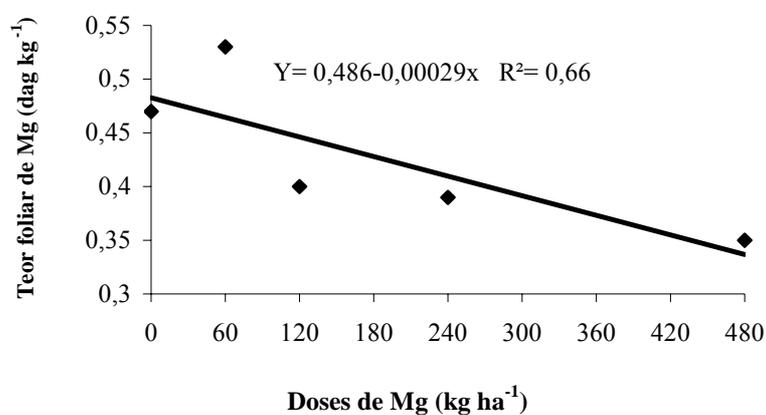


Gráfico 13 Teor foliar de Mg foliar no primeiro ciclo da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, Jaíba, MG.2010

Para se obter alta produtividade e frutos de boa qualidade, a bananeira exige grande quantidade de K. A grande absorção de K pode promover a translocação de Mg em direção aos frutos e tecidos de armazenamento, decrescendo a concentração de Mg em toda a planta. Assim, o aumento do suprimento de K tem um grande efeito depressivo na concentração de Mg nas folhas e pseudocaule, mas pouco efeito no fruto e raízes (SILVA; BORGES; RODRIGUES, 2001).

No segundo ciclo de produção da bananeira, verificou-se que o incremento das doses de K aplicadas no solo provocou redução do teor de Mg foliar de forma linear (Gráfico 14). A redução do teor de Mg nos tecidos foliares possivelmente é atribuída ao efeito competitivo entre esses nutrientes (MALAVOLTA, 2006).

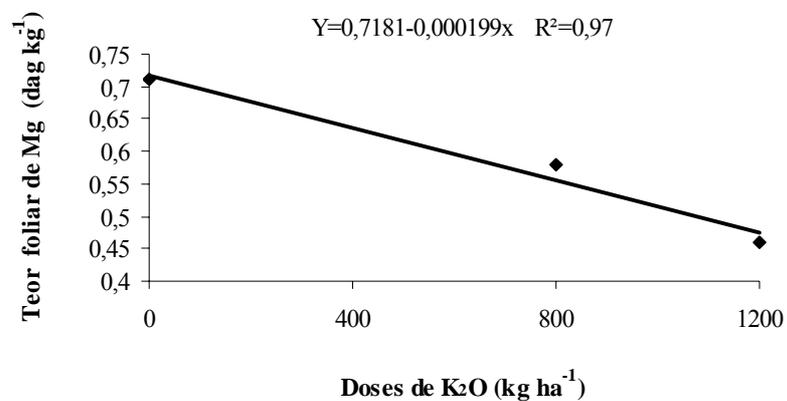


Gráfico 14 Teor foliar de Mg do segundo ciclo de produção da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

4.3.5 Teor foliar de boro

Com o aumento das doses de K, diminuiu de forma linear o teor foliar de B no primeiro ciclo (Gráfico 15). Segundo Flora et al. (2010) o excesso de K pode causar a inibição na absorção de boro. Segundo Jones Júnior, Wolf e Millis (1991) o potássio foi correlacionada negativamente com B, nas folhas de tomate.

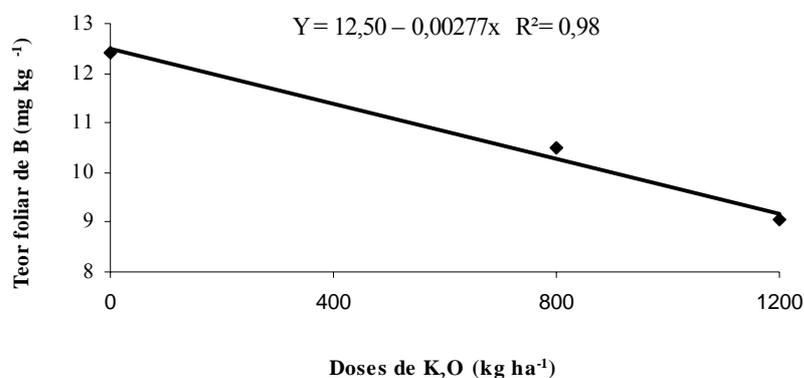


Gráfico 15 Teor foliar de B do primeiro ciclo, da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada com irrigação de água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

Na ausência da adubação potássica, o teor de B nas folhas da bananeira aumentou de forma quadrática com o aumento das doses de Mg (Gráfico 16), sendo que o maior teor foliar de B ocorreu na dose de 313,72 kg ha⁻¹ano⁻¹ de Mg. Para as demais doses de K, ocorreram reduções do teor de B de forma quadrática com o aumento das doses de Mg. O maior teor foliar de B obtido foi de 17,26 mg kg⁻¹, quando se aplicou somente a dose 313,72 kg ha⁻¹ de Mg, estando na faixa do teor adequado de acordo com Silva e Borges (2008), que varia de 12-25 mg kg⁻¹. Segundo Jones Júnior, Wolf e Millis (1991) o alto teor de K na planta, diminui o teor de B foliar. Trabalhos que envolvam a interação entre K e B são escassos na literatura. Não houve interação significativa entre as doses de K e Mg para o teor foliar de B no segundo ciclo. Segundo Flora et al. (2010) e Jones Júnior, Wolf e Millis (1991) o excesso de K pode causar inibição na absorção de B, podendo induzir ou contribuir para a deficiência desse elemento.

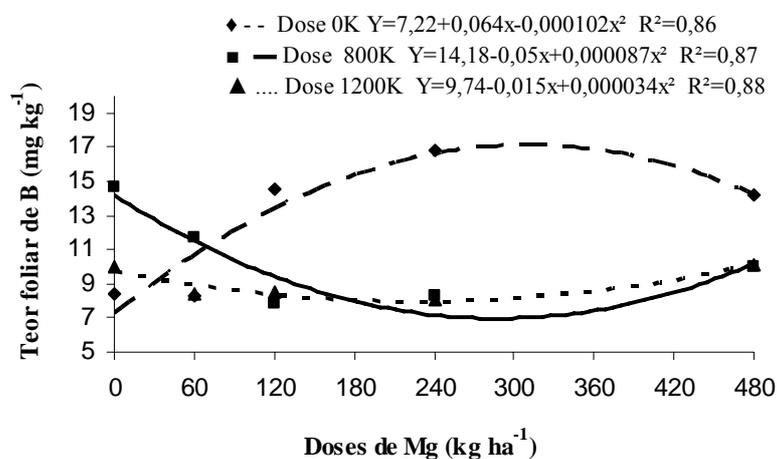


Gráfico 16 Teor foliar de B do primeiro ciclo, da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de K e Mg aplicadas no solo, cultivada com irrigação de água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

No segundo ciclo, o aumento das doses de K reduziu o teor foliar de B (Gráfico17). Concordando com Flora et al. (2010) e Jones Júnior, Wolf e Millis (1991) que afirma que o excesso de K pode causar a inibição na absorção de boro.

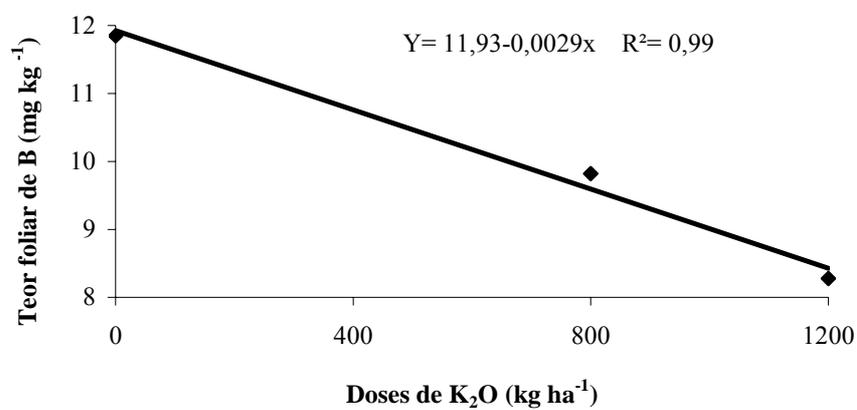


Gráfico 17 Teor de B foliar no segundo ciclo de produção em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

4.3.6 Teor foliar de cobre

Com o aumento das doses de Mg aplicadas no solo aumentou de forma linear o teor de Cu foliar (Gráfico 18).

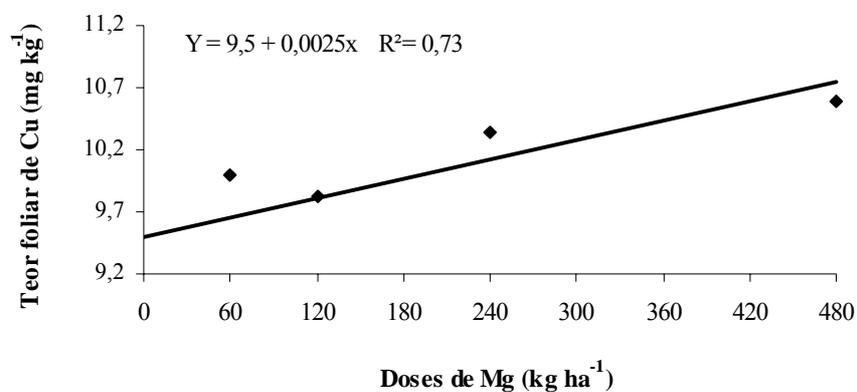


Gráfico 18 Teor foliar de Cu no segundo ciclo, de bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG.2010

No tratamento onde não foi aplicado K, houve aumento do teor de Cu foliar de forma quadrática em função das doses de Mg aplicadas. Com aplicação da dose 800 kg ha⁻¹ houve aumento de forma linear e sob aplicação de 1200 kg ha⁻¹ houve redução de forma quadrática do teor foliar de Cu (Gráfico 19).

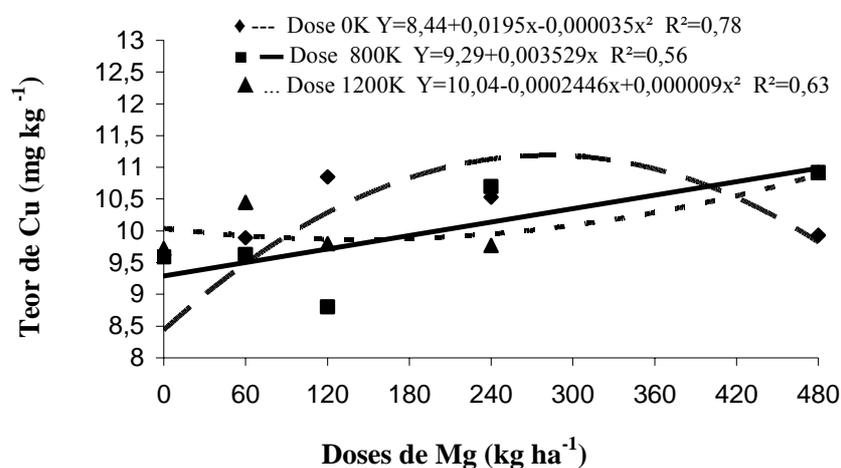


Gráfico 19 Teor foliar de Cu no segundo ciclo, de bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de K e Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG.2010

Os teores foliares de Cu em todos os tratamentos se apresentaram acima da faixa de teores considerados adequados para a bananeira preconizada por Silva e Borges (2008) para o Norte de Minas que varia de 2,6 a 8,8 mg kg⁻¹.

4.3.7 Teor foliar de ferro

Com o aumento das doses de K houve redução dos teores de Fe de forma linear. Possivelmente, há neste caso inibição da absorção de Fe pela presença de K. Entretanto, os teores foliares de Fe estão dentro da faixa de suficiência para este nutriente segundo Silva e Borges (2008) que varia de 72 a 157 mg kg⁻¹.

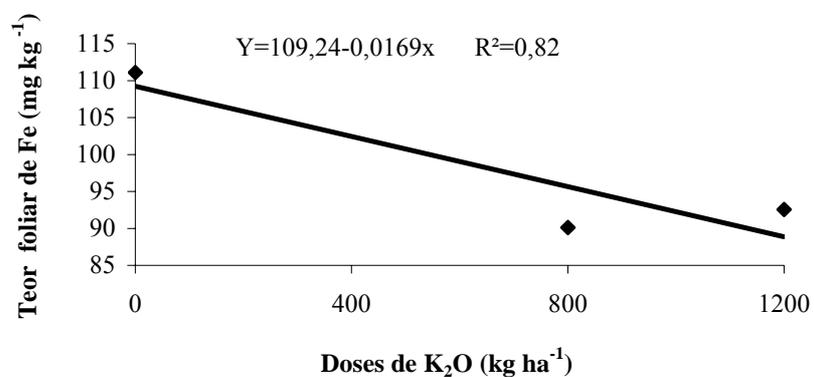


Gráfico 20 Teor de Fe foliar no segundo ciclo de produção em função de doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA, Jaíba, MG. 2010

4.3.8 Teor foliar de manganês

Com o aumento das doses de K houve redução dos teores de Mn de forma linear no primeiro ciclo. A deficiência de Mn ocorre com maior frequência em solos com pH neutro ou alcalino ou também pode ocorrer como consequência de um desequilíbrio com outros nutrientes, tais como o Ca, o Mg e o Fe (LOPES, 1998).

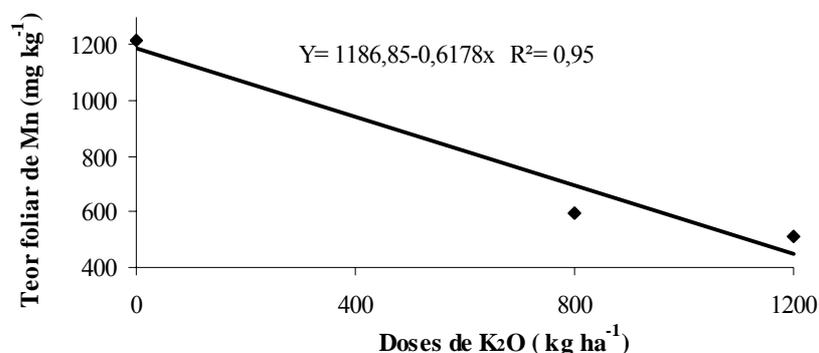


Gráfico 21 Teor foliar de Mn no primeiro ciclo da bananeira ‘Prata Anã’ em função das doses de K aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, Jaíba, MG. 2010

4.3.9 Teor foliar de zinco

O teor foliar de Zn na ausência da adubação com K apresentou comportamento linear positivo conforme o aumento das doses de Mg. Sob a dose de 800 kg ha⁻¹ de K houve redução e com a dose de 1200 kg ha⁻¹ houve aumento de forma quadrática nos teores foliares de Zn com o aumento das doses de Mg. Na presença de altas concentrações de Mg, a absorção de Zn é negativamente afetada, o que é agravado na maioria dos solos tropicais, tendo em vista ser esse micronutriente um dos mais limitantes nesses solos (LOPES, 1984). Segundo Flora et al. (2010) o excesso de potássio pode causar também a inibição na absorção de zinco, induzindo, ou ao menos, contribuindo para a deficiência destes elementos.

Com o aumento da aplicação de KCl no solo minimizou esse efeito, pois a presença de Cl⁻ na solução aumentou a absorção de Zn pelo efeito do íon acompanhante, além do efeito antagônico existente entre Mg e o K (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

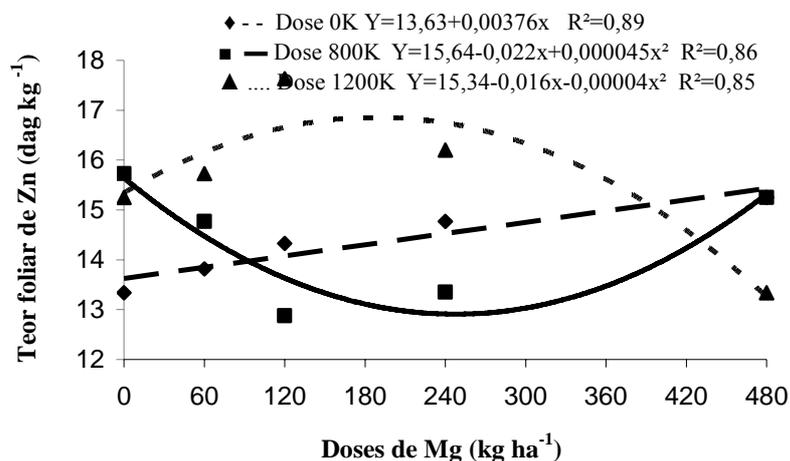


Gráfico 22 Teor foliar de Zn foliar no segundo ciclo, da bananeira ‘Prata Anã’ em função de doses de K e Mg aplicadas no solo, cultivada sob irrigação com água calcária no Norte de Minas, EPAMIG/UFLA Jaíba, MG. 2010

5 CONCLUSÕES

A aplicação de K no primeiro ciclo teve efeito de forma linear sobre peso do cacho, número de fruto por cacho, número de penca por cacho, número de fruto por penca, peso e diâmetro do fruto e circunferência do pseudocaule e não proporcionou efeitos significativos sobre os parâmetros de produção no segundo ciclo.

A aplicação de Mg, no solo não proporcionou efeitos significativos sobre a produção da bananeira ‘Prata anã’.

O aumento das doses de K e Mg proporcionou aumento nos teores foliares de K e B no primeiro ciclo e nos teores foliares de Cu, Zn e a altura da bananeira no segundo ciclo.

As doses de Mg reduziu os teores foliares de N de forma quadrática e Mg de forma linear.

Com o aumento das doses de K no primeiro ciclo, aumentou o teor de Ca e diminuiu o teor de Mn, no segundo ciclo aumentou o teor de K e reduziu os teores de Cu, B, Fe, Ca e Mg.

A maior produção foi observada na dose de $1200 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ de K_2O .

REFERÊNCIAS

ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. Brasília: Embrapa/SPI; Cruz das Almas: Embrapa/CNPMF, 1999.

ARAÚJO, J. P. C. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (*Musa sp. AAA*), 'Grande Naine' no primeiro ciclo de produção**. 2008. 80 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-15072008-141025/>>. Acesso em: 19 jul. 2010.

BORGES, A. L. Calagem e adubação. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. p. 32-44.

BORGES, A. L.; BISPO, L. D.; SATOS JÚNIOR, J. L. Propriedades químicas do solo fertirrigado com duas fontes nitrogenadas após três anos de cultivo com bananeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS, 2005. 1CD-ROM.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Banana produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 47-59.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. **Avaliação do estado nutricional da bananeira**: diagnose visual. Cruz das Almas: Embrapa, 2006. 7 p. (Comunicado Técnico, 117).

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Exigências edafoclimáticas. In: _____. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa, 2004. p. 15-23.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; ALVES, E. J. **Banana produção**: exigência edafoclimáticas. Disponível em:
<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigos_2322.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2010.

BRASIL, E. C. et al. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.12, p. 2407-2414, dez. 2000.

BURT, C.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: Carlifonia Polytechnic State University, Irrigation Training and Research Center, 1995. 295 p.

CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. cap. 3, p. 13-20.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, S. L.; COSTA, E. L. Irrigação da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 91-101.

CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 143 p.

COSTA, E. L.; MAENO, P.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Irrigação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 67-72, jan./fev. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo da banana para o estado de Rondônia**. Disponível em:
<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html>>. Acesso em: 11 jul. 2010.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.

FARIA, F. H. S. et al. Avaliação da salinidade, sodicidade e alcalinidade das águas subterrâneas para irrigação em Jaíba e Janaúba, Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 299-313, fev. 2009.

FERNANDES, L. A. et al. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigado por dez anos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p. 1575-1581, nov. 2008.

FERREIRA, D. F. **SISVAR-Sistema de análises de variância para dados balanceados**: programa de análise estatística e planejamento de experimento, versão 4.6. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FLORA, A. P. et al. **Estresse nutricional em plantas**. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles/34518/1/ESTRESSE-NUTRICIONAL-EM-PLANTAS/pagina1.html>>. Acesso em: 08 jul. 2010.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 47-50, jul. 1997.

GONZAGA, V. et al. Fitonematóides na cultura da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 63-66, jan./fev. 1999.

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

HOFFMANN, R. B. et al. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1, p. 268-275, mar. 2010.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: SIMPÓSIO MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA, 26., 1997, Campinas Grande. **Anais...** Campinas Grande: UFPB, 1997. p. 137-165.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 jun. 2010.

JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, B.; MILLIS, H. A. **Plant analysis handbook**. Athens: Micro-macro, 1991.

LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado"**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Potafos, 1984.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1998. 177 p.

LÓPEZ, M. A.; ESPINOSA, M. J. **Manual de nutrition y fertilización del banano**. Quito: Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1995.

MAIA, V. M. 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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 319-322, ago. 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4**: banana. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 281-298.

NATALE, W.; RODRIGUES, M. G. V. **Fertirrigação em bananeira**. Disponível em:
<http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/culturas/banana/banana_4_2.pdf>.
Acesso em: 08 jun. 2010.

NÓBREGA, J. P. R. **Produção de mudas de bananeira (Musa Sp. AAB) em função da poda e doses de nitrogênio e boro**. 2006. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2006.

PEREIRA, L. V. et al. Doenças da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 37-46, jan./fev. 1999.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; SIMÕES, J. C. Pragas da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 48-62, jan./fev. 1999.

RICHARDS, L. D. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, DC: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160 p.

SILVA, E. B.; BORGES, A. L.; RODRIGUES, M. G. V. Situação da fertilidade do solo e nutrição da bananeira no Norte de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Nova Porteirinha: EPAMIG, 2001. p. 74 -90.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L. Solos, nutrição mineral e adubação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, p. 25-37, jul./ago. 2008.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 21-36, jan./fev. 1999.

SILVA, J. T. A. et al. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p. 52-155, mar. 2003.

SILVA, J. T. A. et al. Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira ‘ Prata anã’(AAB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n.3, p. 782-786, jul. 2008.

SIMÃO, S. Bananeira. In: _____ . **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 327-381.

SIMMONDS, N. W. **Los plátanos**. Barcelona: Blume, 1973.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez d solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274

SOUTO, R. F. et al. Novas perspectivas em sistemas de implantação, condução e práticas de manejo da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 10-13, jan./fev. 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA. Centro de Ciência Agrária, Ambientais e Biológicas. **Nutrição mineral de plantas**. Disponível em:
<http://www.ufrb.edu.br/nutricao mineral//index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=27>. Acesso em: 15 jun. 2010.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 398-325.