

VICTOR MARTINS MAIA

**EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NA
PRODUÇÃO DA BANANEIRA ‘PRATA ANÃ’ E NA SUSCETIBILIDADE DO
FRUTO AO DANO MECÂNICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001**

VICTOR MARTINS MAIA

**EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO NA
PRODUÇÃO DA BANANEIRA ‘PRATA ANÃ’ E NA SUSCETIBILIDADE DO
FRUTO AO DANO MECÂNICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae

APROVADA: 13 de agosto de 2001.

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti
(Conselheiro)

Prof. Flávio Alencar D’Araújo Couto
(Conselheiro)

Prof. Dalmo Lopes de Siqueira

Prof. José Geraldo Barbosa

Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão
(Orientador)

A Deus,

Aos meus pais Armando e Marília,

Ao meu irmão Igor,

À Ana Paula.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre junto a mim mesmo nos momentos em que me distancio dele.

Ao meu pai Armando, pelo exemplo de caráter, por sua preocupação de pai, pelos primeiros ensinamentos agronômicos, pelo auxílio financeiro e por ser meu pai.

À minha mãe Marília, pela força em todos os momentos, pela dedicação incondicional e pelo amor, responsável direta por minha formação.

Ao meu irmão Igor, pelo incentivo em todos os momentos.

À Ana Paula, pelo companheirismo, pela dedicação, por estar sempre ao meu lado nos bons e maus momentos e por seu amor, que é tudo para mim.

Ao meu sogro e minha sogra, pela torcida a cada conquista.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade em realizar o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Ao Professor Luiz Carlos Chamhum Salomão, pela orientação e pelos ensinamentos.

Ao Professor Reinaldo Bertola Cantarutti, pela paciência e pelas valiosas sugestões.

À Plena Consultoria de Engenharia Agrícola Ltda, pela cessão da área experimental.

Ao Professor Flávio Alencar D'Araújo Couto, pela atenção, pelas críticas e valiosas sugestões.

Ao Professor Victor Hugo Alvarez Venegas, pela atenção, pelas sugestões e pelos valiosos ensinamentos estatísticos.

Aos Professores Dalmo Lopes de Siqueira e José Geraldo Barbosa, pelas valiosas sugestões.

Aos Professores Rubens Alves de Oliveira e Everardo Chartuni Mantovani, pela motivação e oportunidade em ser monitor I de Irrigação e Drenagem.

Ao Marlon, pela oportunidade de estágio no Setor de Fruticultura.

Ao Rômulo e Flávio, pela oportunidade de estagiar na PROPEC Ltda.

Ao Professor Tocio Sediyaama, pelo apoio e sugestões durante a condução do curso.

Ao Fernando, pela amizade e pela colaboração durante as horas de intenso trabalho.

Aos amigos Ricardo, Lúcio, Rodrigo, Evandro e demais colegas do Curso que, com certeza, colaboraram, de forma direta ou indireta, para a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos de Montes Claros, pelo estímulo em todos os momentos.

Ao Cristiano e funcionários da Plena Consultoria de Engenharia Agrícola Ltda, pela colaboração na realização deste trabalho.

Ao Sobreira, pela ajuda direta na realização deste trabalho.

À Secretária do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Mara Rodrigues, pela compreensão, pelo incentivo e por estar sempre prestativa nos momentos importantes.

A todos os funcionários da UFV, principalmente os do Departamento de Fitotecnia, pela colaboração.

Ao Brasil, que financiou toda minha formação acadêmica.

BIOGRAFIA

VICTOR MARTINS MAIA, filho de Armando Catolino Veloso Maia e Marília Versiani Martins Maia, nasceu em 05 de fevereiro de 1976 em Montes Claros, Minas Gerais.

Em agosto de 1999, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Em agosto de 1999, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na UFRV, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2001.

ÍNDICE

	<u>Página</u>
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
CAPÍTULO 1.....	7
EFEITOS DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO SOBRE OS COMPONENTES DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE BANANAS 'PRATA ANÃ'.....	7
RESUMO.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4. CONCLUSÕES.....	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO 2.....	27
EFEITOS DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO	27

**SOBRE O ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES E SUSCETIBILIDADE
DE BANANAS 'PRATA ANA' AO DANO**

<u>MECÂNICO.....</u>	
<u>RESUMO.....</u>	<u>27</u>
<u>1. INTRODUÇÃO.....</u>	<u>29</u>
<u>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>31</u>
<u>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>36</u>
<u>4. CONCLUSÕES.....</u>	<u>45</u>
<u>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>46</u>
<u>CONCLUSÕES GERAIS.....</u>	<u>49</u>
<u>APÊNDICE.....</u>	<u>50</u>

RESUMO

MAIA, Victor Martins, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2001. **Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio na produção da bananeira ‘Prata Anã’ e na suscetibilidade do fruto ao dano mecânico.** Orientador: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Conselheiros: Reinaldo Bertola Cantarutti e Flávio Alencar D’Araújo Couto.

Com o objetivo de verificar os efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre componentes de produção da bananeira ‘Prata Anã’, a qualidade e suscetibilidade do fruto ao dano mecânico e o acúmulo de macronutrientes no fruto, foi conduzido um experimento no Distrito Agroindustrial de Jaíba, em Matias Cardoso-MG, com dez tratamentos de adubação compostos por uma matriz baconiana (1- 250:45:700, 2- 250:25:700, 3- 250:70:700, 4- 250:100:700, 5- 250:45:300, 6- 250:45:500, 7- 250:45:1000, 8- 150:45:700, 9- 400:45:700, 10- 600:45:700 gramas de N, P e K respectivamente, em que o tratamento 1 é o de referência, utilizado pelos bananicultores da região), dispostos no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Iniciada a produção do primeiro ciclo, os cachos foram colhidos, despencados e avaliados quanto ao número de pencas, número de frutos e peso do cacho, peso médio das pencas, e peso médio, diâmetro e

comprimentos total e comercial do fruto. A suscetibilidade ao dano mecânico foi quantificada pelo impacto de uma esfera de aço de 66 gramas solta sobre o fruto a uma altura de 1,20 metros. Amostras de frutos de cada parcela foram utilizadas também para determinação de N, P, K, Ca, Mg e S. Considerando as características de produção e de qualidade do fruto, as doses médias de nitrogênio, ou de fósforo, utilizadas pelos bananicultores do Distrito Agroindustrial de Jaíba podem ser reduzidas para 150 e 25 gramas por touceira. Alternativamente, a dose de potássio pode ser aumentada para 1000 gramas por touceira, por ano, aplicadas semanalmente, proporcionando aumento significativo do peso médio, do comprimento total e do comprimento comercial do fruto. Apenas as doses de fósforo afetaram a suscetibilidade do fruto ao dano mecânico, sendo esta crescente, até a dose de 69,9 gramas por touceira. Em relação ao acúmulo de macronutrientes na matéria seca do fruto, doses crescentes de nitrogênio reduziram a concentração de magnésio até o mínimo, na dose de 411,3 gramas de nitrogênio por touceira, e de cálcio, linearmente. As doses de fósforo aplicadas ao solo resultaram em efeito quadrático sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, enxofre e magnésio, com máximo nas doses de 54,5, 70,2, 57,7 e 61,2 gramas de fósforo por touceira, respectivamente. Observou-se, ainda, redução na concentração de potássio e aumento na concentração de cálcio na matéria seca do fruto, em resposta ao aumento das doses de fósforo. Doses crescentes de potássio reduziram a concentração de nitrogênio e aumentaram a concentração de cálcio na matéria seca do fruto.

ABSTRACT

MAIA, Victor Martins, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August 2001. **Effect of nitrogen, phosphorous and potassium on production and susceptibility of ‘Prata Anã’ banana to mechanical injury.** Adviser: Luiz Carlos Chamhum Salomão. Committee members: Reinaldo Bertola Cantarutti and Flávio Alencar D’Araújo Couto.

An experiment was carried out in the Jaíba Agro-industrial District, located in Matias Cardoso, Minas Gerais, to evaluate the effect of nitrogen, phosphate and potassium fertilization on ‘Prata Anã’ banana production, quality, susceptibility to mechanical injury and fruit macronutrient accumulation. The experiment consisted of ten treatments with compound fertilizers using a baconian matrix (1-250:45:700, 2-250:25:700, 3-250:70:700, 4-250:100:700, 5-250:45:300, 6-250:45:500, 7-250:45:1000, 8-150:45:700, 9 -400:45:700, 10-600:45:700 grams of N, P and K, respectively, in which the first treatment includes the reference doses used by the region’s banana growers). The treatments were arranged in a randomized block design with four repetitions. After the first production cycle began, banana bunches were harvested, hands were dehanding and the number of hands and fruits, the weight of bunches, average weight of hands and fruits, and diameter and total and

commercial fruit lengths were measured. Susceptibility to injury was quantified from the impact caused by dropping a 66 gram steel sphere on the fruit from a height of 1.20 meters. Fruit samples from each parcel were used to determine N, P, K, Ca, Mg and S contents. Results indicated that average doses of nitrogen and phosphorous used by the Jaíba Agro-industrial District banana growers can be reduced by 150 and 25 grams per shoot without harming fruit production and quality characteristics. On the other hand, increasing the potassium dose to 1000 grams per shoot, per year, applied weekly, will lead to a significant increase in average weight and total and commercial lengths of fruits. Susceptibility to mechanical injury was only affected by phosphorous, with injury increasing up to a dose of 69.9 grams per shoot. With regard to accumulation of macronutrients in fruit dry matter, magnesium concentrations decreased with increasing nitrogen dose and reached a minimum at a dose of 411.3 grams of nitrogen per shoot, while calcium concentrations decreased linearly with increasing nitrogen doses. Phosphorous applied to the soil resulted in a quadratic effect on nitrogen, phosphorous, sulfur and magnesium concentrations, with a maximum at 54.5, 70.2, 57.7 and 61.2 grams of phosphorous per shoot, respectively. Reduction in potassium concentration and increase in calcium concentration in fruit dry matter were also observed in response to the increase in phosphorous dose. Increasing potassium doses reduced the concentration of nitrogen and increased the concentration of calcium in fruit dry matter.

INTRODUÇÃO GERAL

A bananeira é uma monocotiledônea herbácea de grande porte, originária da Ásia Meridional, de onde difundiu-se para vários países do globo terrestre (CHAMPION, 1975). A maioria dos cultivares de banana conhecidos no mundo originaram-se das espécies silvestres *Musa balbisiana* Colla (BB) e *Musa acuminata* Colla (AA) (SHEPHERD, 1983).

A banana é o fruto de maior produção e comercialização mundial, responsável por 37% do volume total de frutos comercializados ‘*in natura*’ no mercado internacional (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2000). Dados da FAO (2000) apontam o Brasil como o segundo maior produtor mundial de bananas, com uma produção em torno de 6,3 milhões de toneladas, no ano de 2000, em 523.916 hectares, superado apenas pela Índia, que produziu 11 milhões de toneladas no mesmo ano. Entretanto, o Brasil exporta menos de 1,5 % de sua produção total (FAO, 1998) principalmente devido ao elevado consumo interno (MOREIRA, 1987) e à falta de qualidade adequada do produto para atingir o mercado internacional.

Qualidade de frutos pode ser definida como o conjunto de características que acentua suas propriedades organolépticas, aumenta seu valor nutritivo, a resistência ao transporte e ao armazenamento e, conseqüentemente, seu valor comercial ou industrial (CARVALHO et al., 1994). Com relação à banana, medidas de qualidade importantes são o comprimento e o

diâmetro. Segundo, KAYS (1991), a qualidade do fruto é composta por características que diferenciam as unidades individuais do produto e determinam o grau de aceitabilidade pelo consumidor, sendo diferentes entre os tipos de produto.

Apenas 15% das áreas de plantio de banana no mundo são intensivamente fertilizadas (ROBINSON, 1996). Como a bananeira tem alta demanda por nitrogênio e, particularmente, por potássio, estes nutrientes devem estar disponíveis para o crescimento adequado da planta desde os estádios iniciais, que são críticos para o desenvolvimento do cacho. O solo deve conter os nutrientes essenciais disponíveis para o desenvolvimento normal da cultura. A deficiência de qualquer desses nutrientes pode causar desordens fisiológicas e afetar a qualidade, resultando em aparecimento de defeitos nos produtos, na fase pós-colheita (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Na bananeira, o nitrogênio é responsável pelo aumento no número de frutos (MANICA et al., 1978; BENZEDU e GOMES, 1980; HEDGE e SRINIVAS, 1991) e de pencas por cacho (BENZEDU e GOMES, 1980; MOREIRA 1987; BORGES et al., 1997a; SILVA et al., 1999). A qualidade de frutos é bastante afetada por adubações de nitrogênio, que levam o fruto a aumentar em tamanho, tornar-se mais macios e mais susceptíveis a desordens na colheita e no armazenamento (BRAMLAGE et al., 1980), além da antecipação da maturação (SRIKUL e TURNER, 1995), aumento do teor de sólidos solúveis totais (HEDGE e SRINIVAS, 1991) e da espessura da casca (SMITH, 1966).

O potássio é o elemento mais importante para a nutrição da bananeira (SILVA, 1995; ROBINSON, 1996; BORGES et al., 1997a) com alta demanda pela planta (MARTIN-PRÉVEL, 1980; LAHAV e TURNER, 1983). Embora não faça parte de compostos orgânicos, o potássio é nutriente essencial para as plantas, atuando como ativador enzimático, participando da síntese de carboidratos (EPSTEIN, 1975), entre eles o amido, pela ativação da sintase do amido (MARSCHNER, 1995). O potássio tem ainda importantes funções no transporte de fotoassimilados da fonte (folhas) para o dreno (frutos) (LANGENEGGER e DU PLESSIS, 1980; MARSCHNER, 1995) e nos processos de regulação estomática (EPSTEIN, 1975; LANGENEGGER e DU PLESSIS, 1980; MARSCHNER, 1995).

O potássio aumenta a produção de cachos e pencas, melhora a qualidade (LANGENEGGER e DU PLESSIS, 1980; SILVA, 1995; SILVA et al., 1999) e aumenta a resistência dos frutos (LANGENEGGER e DU PLESSIS, 1980; SILVA et al., 1999). Atua, também, diminuindo a relação polpa/casca e aumentando a espessura da casca (HEDGE e SRINIVAS, 1991).

O fósforo, quando comparado ao nitrogênio e ao potássio, é requerido pela bananeira em menores quantidades (BORGES e SILVA, 1995; ROBINSON, 1996). A deficiência deste elemento proporciona a produção de cachos raquíticos, frutos pouco saborosos (MALAVOLTA e VITTI, 1984; CARVALHO et al., 1994) e maturação irregular (MALAVOLTA e VITTI, 1984). O fósforo aumenta a firmeza e o tamanho do fruto do abacaxizeiro (CARVALHO et al., 1994), além de reduzir a espessura da casca de citros (EMBLETON et al., 1973). Existem poucas informações quanto a seu efeito sobre a qualidade e o crescimento de bananas.

Os cultivos irrigados de banana encontram-se em franca expansão no semi-árido mineiro e, para conquistar mercados mais amplos e mais exigentes, torna-se necessária a oferta de produto com qualidade e quantidade em todos os meses do ano. Por isto, existe necessidade de estabelecer as doses dos nutrientes adequadas para estes cultivos (BORGES et al., 1997b).

Este trabalho objetivou verificar os efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre os componentes de produção da bananeira ‘Prata Anã’, a qualidade e suscetibilidade do fruto ao dano mecânico e o acúmulo de macronutrientes no fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENZEDU, J. M.; GOMES, R. W. Solos, calagem e adubação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 63, p. 18-20, 1980.
- BORGES, A. L.; SILVA, S. O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 17, n. 1, p.57-66, 1995.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J., (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1997a. p. 197-260.
- 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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19, n. 2, p.179-184, 1997b.
- BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; LORD, W. J. The influence of mineral nutrition on the quality and storage performance of pome fruits grown in North America. In: ATKINSON, D., (Ed.). **Mineral nutrition of fruit trees**. London: Butterworths, 1980. p. 29-39.
- CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; PAULA, M. B.; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade de frutos. **Informe Agropecuário**, v.17, n. 180, p. 52-55, 1994.

- CHAMPION, J. **El Plátano, técnicas agrícolas y producciones tropicales**: 2. ed. Barcelona: Blume, 1975. 247p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL / FAEPE, 1990. 320p.
- EMBLETON, T. W.; REITZ, H. J.; JONES, W. W. Citrus fertilization. In: REUTHER, W., (Ed.). **The citrus industry**. Berkely: University of California, v. 3, p. 122-182, 1973.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade de São Paulo, 1975. 344p.
- FAO. **FAOSTAT Database results**. [1998]. Disponível em: <<http://apps.fao.org/lim500/wrap.pl?FoodBalanceSheet&Domain=FoodBalanceSheet&Language=espanol>>. Acesso em: 30 junho 2001.
- FAO. **FAOSTAT Database results**. [2000]. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&language=ES&hostname=apps.fao.org&version=default>>. Acesso em: 30 junho 2001.
- HEGDE, D. M.; SRINIVAS, K. Growth, yield, nutrient uptake and water use of bananas crops under drip and basin irrigation with N and K fertilization. **Tropical Agriculture**, v. 69, n. 4, p. 331-334, 1991.
- KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van noshard Reinhold, 1991. 532p.
- LAHAV, E.; TURNER, D. **Banana nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1983. 62p. (IPI-Bulletin 7).
- LANGENEGGER, W.; DU PLESSIS, S. F. **Fertilisers in banana cultivation** Africa do Sul: Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, 1980. 1p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. Desordens nutricionais e adubação de bananeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1, 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FECAVJ/UNESP, 1985. p.135-158.
- MANICA, I.; DEFELIPO, B. V.; CONDÉ, A. R.; LINO, J.; PASSOS, L. C. C. Resposta da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds e Shepherd) cv. nanicão à adubação com três níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ceres**, v. 25, n. 142, p. 549-553, 1978.

- MARTIN-PRÉVEL, P. La nutrition minérale du bananier dans le monde. **Fruits**, v. 35, n. 9, p. 503-518, 1980.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Frutiséries Banana**. [2000]. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 23 junho 2001.
- MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Cargill, 1987. 335p.
- ROBINSON, J. C. **Bananas and plantains**. Cambridge: CAB INTERNACIONAL, 1996. 238p.
- SHERPHERD, K. Melhoramento genético da bananeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANA PRATA, 1, 1983, Cariacica. **Anais...** Cariacica: EMCAPA/EMBRAPA. 1983. p. 121-146.
- SILVA, J. T. A. **Adubação e nutrição da bananeira para o norte de minas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1995. 24 p. (Boletim Técnico, 46).
- SILVA, J. T. A., BORGES, A. L., MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 196, p. 21-36, 1999.
- SMITH, P. F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N. F. **Fruit nutrition temperate to tropical**. New Jersey: Somerset, 1966. p. 174-204.
- SRIKUL, S.; TURNER, D. W. High N supply and soil deficits change the rate of fruit growth of bananas (cv. "Williams") and promote tendency to ripen. **Scientia Horticulturae**, v. 65, p. 165-174, 1995.

CAPITULO 1

EFEITOS DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO SOBRE OS COMPONENTES DA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE BANANAS ‘PRATA ANÃ’

RESUMO

Com o objetivo de verificar os efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre os componentes da produção e qualidade de bananas ‘Prata Anã’, foi conduzido um experimento, com o plantio realizado em janeiro de 2000 e a colheita em janeiro de 2001, no Distrito Agroindustrial de Jaíba, em Matias Cardoso-MG. Foram aplicados dez tratamentos de adubação compostos por uma matriz baconiana (1- 250:45:700, 2- 250:25:700, 3- 250:70:700, 4- 250:100:700, 5- 250:45:300, 6- 250:45:500, 7- 250:45:1000, 8- 150:45:700, 9- 400:45:700, 10- 600:45:700 gramas de N, P e K respectivamente, em que o tratamento 1 é o de referência, adotado pelos bananicultores da região), dispostos no delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram utilizadas mudas

micropropagadas, plantadas no espaçamento de 3,0 x 2,5 m e irrigadas por microaspersão. Iniciada a produção do primeiro ciclo, os cachos foram colhidos, despencados e avaliados quanto ao número de pencas, número de frutos e peso do cacho, peso médio das pencas e peso médio, diâmetro e comprimentos total e comercial do fruto. Não houve efeito significativo das doses de nitrogênio sobre nenhuma das variáveis avaliadas para o primeiro ciclo de produção. As doses de fósforo resultaram, apenas, em efeito linear negativo sobre o comprimento total do fruto. Em relação às doses de potássio, houve efeito linear crescente com as doses, para peso médio, comprimento total e comercial do fruto. Considerando a matriz utilizada, as doses de referência da região, o manejo utilizado e o primeiro ciclo produtivo, as doses de nitrogênio ou fósforo podem ser reduzidas para 150 e 25 gramas por touceira, respectivamente. Como alternativa, a dose de potássio pode ser aumentada para 1000 gramas, por touceira, por ano.

1. INTRODUÇÃO

A caracterização pós-colheita do cacho e dos frutos é essencial para a cultura da bananeira, pois, as avaliações do peso de cacho e do peso, comprimento e diâmetro do fruto são importantes critérios na seleção e classificação. O conhecimento destas características fornece subsídios para otimização do manejo e, conseqüentemente, para melhoria da qualidade dos frutos produzidos (DADZIE e ORCHARD, 1997).

Dentre os atributos de qualidade, o comprimento e o diâmetro têm sido usados para classificação dos frutos, como fruto de segunda, primeira e exportação num programa de adesão voluntária estabelecido pela Câmara Setorial de Frutas de São Paulo (subgrupo Cavendish) e pela Associação Central dos Fruticultores do Norte de Minas – ABANORTE (subgrupo Prata) (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2000).

A qualidade máxima de cada fruto, e para cada cultivar, pode ser alcançada por meio do entendimento dos fatores pré-colheita (clima, aplicação de defensivos e fertilizantes,

dentre outros) e conhecimento da influência destes fatores sobre os parâmetros de qualidade (CRISOSTO et al., 1997).

Dentre as práticas culturais que são fatores pré-colheita, as doses de fertilizantes aplicadas podem estar diretamente relacionadas com a qualidade do produto de muitas culturas (CHITARRA e CHITARRA, 1990) como, por exemplo, a banana (SILVA et al., 1999), o abacaxi (CARVALHO et al., 1994) e os frutos cítricos (EMBLETON et al., 1973).

A relação entre fertilização e produção de frutos tem sido intensamente estudada (MANICA et al., 1978; ALI et al., 1991; LÓPEZ e ESPINOSA 1998), porém a relação entre fertilização e qualidade dos frutos tem recebido menos atenção, apesar da fertilização influenciar a qualidade (Gorini, 1986 citado por NOE et al., 1997), proporcionando incrementos no peso, comprimento (SILVA et al., 1998) e classificação de frutos (MARTINEZ et al., 1997; SILVA et al., 1998) e pencas (SILVA et al., 1997). Por isso, os efeitos da adubação sobre a qualidade dos frutos devem ser cuidadosamente considerados (CARVALHO et al., 1989), sendo necessário determinar as doses de nutrientes que resultem em máxima produção econômica e melhor qualidade de bananas (BORGES et al., 1997b)

Este trabalho objetivou otimizar as doses de adubos nitrogenados, fosfatados e potássicos usadas pelos bananicultores do Distrito Agroindustrial de Jaíba, visando à melhoria dos componentes da produção e da qualidade da banana 'Prata Anã'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Distrito Agroindustrial de Jaíba, em Matias Cardoso – MG (14° 50' S, 43° 55' W), a 472 m de altitude, sob um clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, em lote da Plena Consultoria de Engenharia Agrícola Ltda. Foram utilizadas bananeiras (*Musa spp*) ‘Prata Anã’ (AAB), com mudas provenientes de cultura de tecidos, plantadas em janeiro de 2000, no espaçamento 3,0 x 2,5 m e irrigadas pelo sistema de microaspersão, sendo a água fornecida de acordo com a evapotranspiração potencial de referência (ET_o) média dos últimos cinco dias, utilizando-se o coeficiente de cultura (K_c) de 0,9 e conforme a equação Penman-Monteith.

A área experimental compreende um terreno de topografia plana. O solo é de classificação textural arenosa (Quadro 1). A análise química deste solo, antes da instalação do experimento, está indicada no Quadro 2.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e uma planta útil por parcela, com bordaduras interna e externa. Cada touceira foi

conduzida com três plantas (mãe, filha e neta), avaliando-se apenas a produção da planta mãe, ou seja, o primeiro ciclo. O ensaio foi realizado com dez tratamentos compostos por uma matriz baconiana, em que os tratamentos 1,2,3,4 avaliaram os efeitos das doses de fósforo, 1,5,6,7 avaliaram o efeito das doses de potássio e 1,8,9,10 avaliaram o efeito das doses de nitrogênio (Quadro 3).

Quadro 1 - Características físicas do solo da área experimental localizada no Distrito Agroindustrial de Jaíba, Matias Cardoso – Minas Gerais

Profundidade (cm)	Areia %	Silte %	Argila %	Classe Textural
0-20	88,8	1,6	9,6	Areia franca
20-40	85,6	4,7	9,7	Areia franca
40-60	83,4	3,1	13,5	Areia franca

Quadro 2 – Características químicas do solo da área experimental localizada no Distrito Agroindustrial de Jaíba, Matias Cardoso – Minas Gerais

Profundidade (cm)	pH (H ₂ O)	H+Al -----cmol/dm ³ -----	Al	Ca	Mg	K ---mg/dm ³ ----	P	MO ¹ (%)
0-20	4,1	3,4	0,8	0,5	0,1	38	1,3	1,6
20-40	4,0	3,6	0,9	0,4	0,1	31	0,9	1,6
40-60	4,3	3,6	1,2	0,4	0,3	24	0,6	1,0

¹ Matéria Orgânica.

P e K : extrator Mehlich 1.

Al, Ca e Mg : extrator KCl 1mol l⁻¹.

H+Al : extrator Ca(Oac)₂ 0,5 mol l⁻¹ a pH 7,0.

As doses de fósforo (P) referem-se à adubação de plantio aplicada na cova (equivalente a 100% da dose referida no Quadro 3) e repetida aos seis meses em cobertura, visando a

planta filha (equivalente a 100% da dose referida no Quadro 3), à frente da planta mais jovem da touceira. A fonte de fósforo foi o superfosfato triplo (19,2% de P ou 44% de P_2O_5).

As doses de potássio (K) e nitrogênio (N) foram aplicadas em parcelas semanais para simular a fertirrigação. Durante o primeiro ciclo, 20% da dose foram aplicados durante as vinte primeiras semanas, 30% da dose foram aplicados entre a vigésima primeira e quadragésima semana e 50% da dose foram aplicados entre a quadragésima primeira e a quinquagésima quinta semana. O cloreto de potássio (58% de K_2O ou 48% de K) e a uréia (45% de N) foram as fontes de potássio e nitrogênio, respectivamente, e as aplicações em cobertura foram feitas em meia-lua sempre à frente da planta mais jovem da touceira, seguidas de irrigação.

Quadro 3 - Doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) correspondentes aos tratamentos que compõem a matriz baconiana

Tratamento	Doses (g / touceira)		
	N	P	K
1*	250	45	700
2	250	25	700
3	250	70	700
4	250	100	700
5	250	45	300
6	250	45	500
7	250	45	1000
8	150	45	700
9	400	45	700
10	600	45	700

*Tratamento de referência, que corresponde às doses de adubação praticadas para a bananeira na região.

Aplicaram-se 3 toneladas de calcário dolomítico por hectare, incorporadas aos 20 centímetros superficiais, e 200 gramas por cova antes do plantio. Como adubação orgânica foram aplicados, por cova, 10 quilos de húmus no plantio e 10 litros de esterco aos seis e doze meses. Foram aplicados, também, 20 gramas de ácido bórico e 30 gramas de sulfato de zinco, por cova, no plantio, 15 gramas de sulfato de zinco por cova a cada 60 dias e 12 litros do produto comercial arbore cálcio mais 9 litros do produto comercial arbore zinco, por hectare, em adubação foliar, no décimo segundo mês após o plantio.

Os cachos foram colhidos em janeiro de 2001, quando se observou mudança de tonalidade na casca de verde-escuro para verde-claro, o que ocorreu cerca de 90 dias após a antese. Os cachos foram despencados, determinando-se o número de pencas e de frutos por cacho, peso do cacho, peso médio das pencas, diâmetro de dois frutos centrais da segunda penca, medido na região mediana do fruto, perpendicular ao seu maior eixo (SALOMÃO, 1995), e comprimento de dois frutos centrais da segunda penca. Para o comprimento, foram tomadas duas medidas: a primeira, denominada comprimento total do fruto, foi feita do início da inserção do fruto na almofada floral até à extremidade do fruto na sua face convexa, paralelamente ao seu maior eixo (SALOMÃO, 1995); a segunda, denominada comprimento comercial do fruto, consistiu do comprimento da polpa, na sua face convexa, paralelamente ao maior eixo do fruto.

Os frutos foram classificados segundo critérios recomendados pelo programa de adesão voluntária da ABANORTE, para frutos da bananeira do sub-grupo prata, de acordo com o Quadro 4:

Quadro 4 - Classificação para banana ‘Prata Anã’ estabelecida pela ABANORTE

Tipo	Exportação	Primeira	Segunda
Classe I (comprimento mínimo) (cm)	16 ⁽¹⁾ 14 ⁽²⁾ 12 ⁽³⁾	14	12
Classe II (diâmetro mínimo) (mm)	> 38 ⁽¹⁾ 32 – 38 ^(2 e 3)	32	28
Forma de apresentação	Buquê, Penca e Dedo	Penca e Buquê	Penca e Buquê

(1) Buquê, (2) Penca, (3) Dedo ou ‘Single’

O diâmetro dos frutos, medidos em graus bananeiros (1grau = 1/32 avos de polegada), foram arredondados visando dar maior praticidade à classificação.

Fonte: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2000).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão, desdobrando os nove graus de liberdade para tratamento, avaliando-se os efeitos linear, quadrático e cúbico para cada uma das características. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste F a 1, 5 e 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno biológico em questão. A análise estatística foi feita com o auxílio do software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no primeiro ciclo de produção da bananeira ‘Prata Anã’, cujas médias dos efeitos dos nutrientes estão no Quadro 5, não mostraram efeitos significativos das doses de nitrogênio para nenhuma das variáveis avaliadas. Entretanto, MANICA et al. (1978) trabalhando com bananeira do subgrupo ‘Cavendish’ (cv. Nanicão) encontrou efeito do nitrogênio no aumento do número de frutos por cacho, resultado semelhante aos obtidos por HEDGE e SRINIVAS (1991) que, também, trabalharam com bananeira do subgrupo ‘Cavendish’. BORGES et al. (1997a) citam que o nitrogênio também é responsável pelo aumento do número de pencas e, segundo MALAVOLTA e VITTI (1984) e CARVALHO et al. (1994), sua deficiência provoca a formação de cachos raquíticos.

BORGES et al. (1997b), trabalhando com bananeira ‘Prata Anã’, no primeiro ciclo de produção, também não encontraram efeito de doses de nitrogênio para peso do cacho, classificação das pencas como de primeira, segunda e terceira qualidade, com base no peso dos frutos, número de frutos e de pencas por cacho e comprimento do fruto central da segunda penca. Os autores ainda citam que a bananeira tem bom desenvolvimento sem adubação nitrogenada e Weber, citado por BORGES et al. (1997b), isolou bactérias de vida livre fixadoras de nitrogênio em bananeiras, sugerindo que tais bactérias contribuem com a nutrição da planta. SILVA et al. (1997,1998) sugeriram que a dose de nitrogênio recomendada para a bananeira ‘Prata Anã’ sob irrigação está abaixo de 160 gramas por planta, assim como o valor da menor dose de nitrogênio aplicada neste experimento (150

gramas de nitrogênio por planta). Isto contribui para explicar a ausência de resposta das características avaliadas em relação às doses de nitrogênio.

Quadro 5 - Valores médios para as características do cacho, penca e fruto em função das doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)

Características	N	P	K
Peso do cacho (kg)	11,25	11,63	11,67
Número de pencas	7,44	7,44	7,5
Peso médio da penca (g)	1512,43	1566,02	1557,41
Número de frutos	94,69	94,69	94,75
Peso médio do fruto (g)	118,80	123,46	°
Comprimento do fruto (cm) ¹	19,41	°	**
Comprimento comercial do fruto (cm) ¹	15,12	15,78	*
Diâmetro do fruto (mm) ¹	34,78	36,15	36,20

**, * e ° Efeito significativo do fator aos níveis de 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

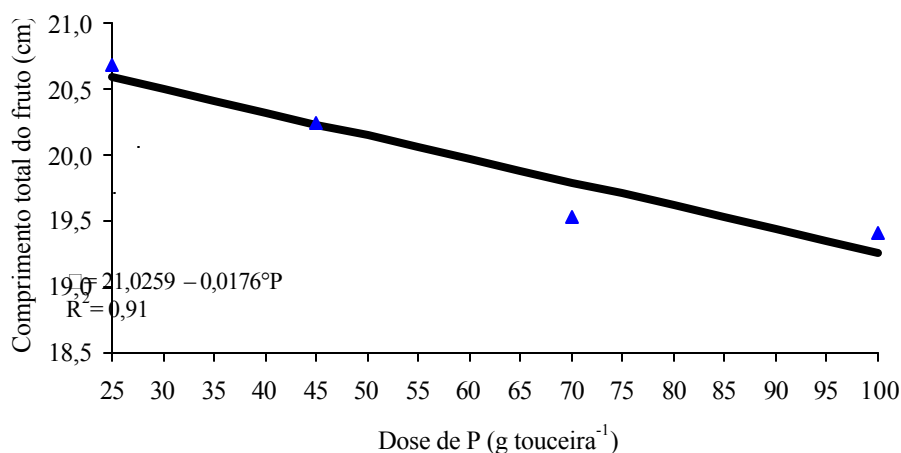
¹ As médias de comprimento total, comercial e diâmetro do fruto referem-se a frutos centrais da segunda penca de cada cacho.

BORGES e SILVA (1995), trabalhando com cinco cultivares de bananeira, constataram que a ‘Prata’ foi menos exigente em macronutrientes do que a ‘Nanicão’ (subgrupo ‘Cavendish’). Este fato pode explicar a razão da resposta de bananeira do subgrupo ‘Cavendish’ à adubação nitrogenada, para características de produção, enquanto a banana ‘Prata Anã’, que é do mesmo grupo da ‘Prata’ (subgrupo Prata) e possui características semelhantes, não responde a este nutriente.

As doses de fósforo não mostraram efeito significativo em relação ao peso do cacho, número de pencas por cacho, peso médio da penca, número de frutos por cacho, peso médio do fruto, comprimento comercial e diâmetro do fruto. Tal fato pode ser explicado pelo baixo requerimento de fósforo pela cultura (ROBINSON, 1996), já que o fósforo é o macronutriente menos absorvido, com cerca de 6,3 gramas por planta (exceto rizoma e raízes) no primeiro ciclo, como quantificado para a bananeira ‘Prata’, (BORGES e SILVA, 1995), evidenciando que a menor dose aplicada foi suficiente à produção normal da planta.

Entretanto, as doses de fósforo proporcionaram redução significativa no comprimento total do fruto (Figura 1). Este fato deve estar relacionado à inibição da síntese de amido por altas concentrações de fósforo inorgânico, devido ao aumento das concentrações de fósforo encontradas no fruto (Capítulo 2), que age inibindo a ação da ADP-Glicose Pirofosforilase (enzima chave na síntese do amido) nos amiloplastos (MARSCHNER, 1995), além da redução da concentração de potássio no fruto (Capítulo 2), elemento-chave na síntese de amido e na expansão celular (MARSCHNER, 1995), resultando em menor crescimento e, conseqüentemente, em fruto de menor tamanho.

QUAGGIO (1994) também encontrou efeitos negativos de doses elevadas de fósforo, associadas a doses elevadas de nitrogênio, sobre o tamanho de laranja ‘Valencia’. Tal fato pode ter ocorrido neste experimento, pois, a dose de nitrogênio por touceira está acima da dose considerada ideal por BORGES et al. (1997b) e SILVA et al. (1997, 1998), que é menor que 160 gramas por touceira.



° Efeito significativo do fator ao nível de 10% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 1 - Comprimento total do fruto da segunda penca de bananeira ‘Prata Anã’, em função das doses de fósforo (P) aplicadas ao solo.

O potássio não proporcionou efeito significativo sobre o peso do cacho, o número de pencas por cacho, o peso médio da penca, o número de frutos por cacho e o diâmetro do fruto. Estes resultados divergem dos obtidos por HEDGE e SRINIVAS (1991) que, trabalhando com bananeiras do subgrupo 'Cavendish', encontraram efeito positivo de doses de potássio sobre o aumento do número de pencas e número de frutos por cacho, além do peso do cacho. LANGENEGGER e DU PLESSIS (1980) e SILVA (1995) citam também a importância do potássio no aumento da produção de cachos e pencas. A deficiência deste elemento reduz o número de frutos por cacho (ROBINSON, 1996) e produz cachos pequenos com menor número de pencas (LAHAV, 1972; MALAVOLTA e VITTI, 1984; MOREIRA, 1987; SILVA, 1995; ROBINSON, 1996).

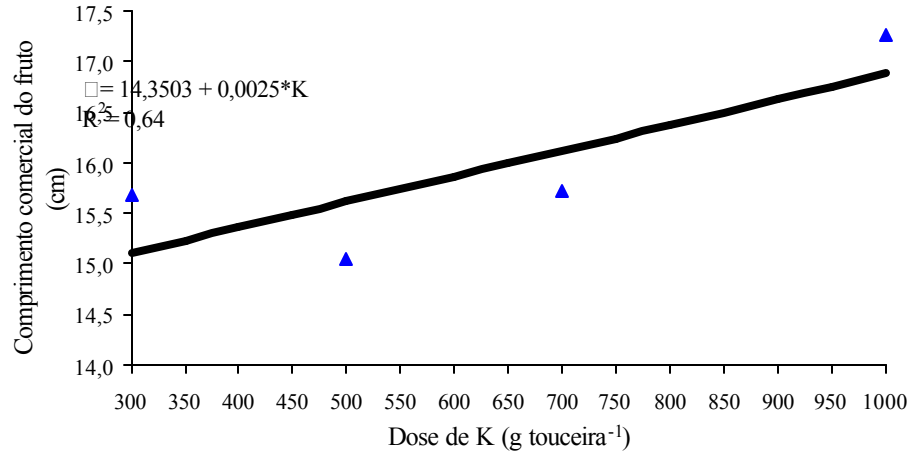
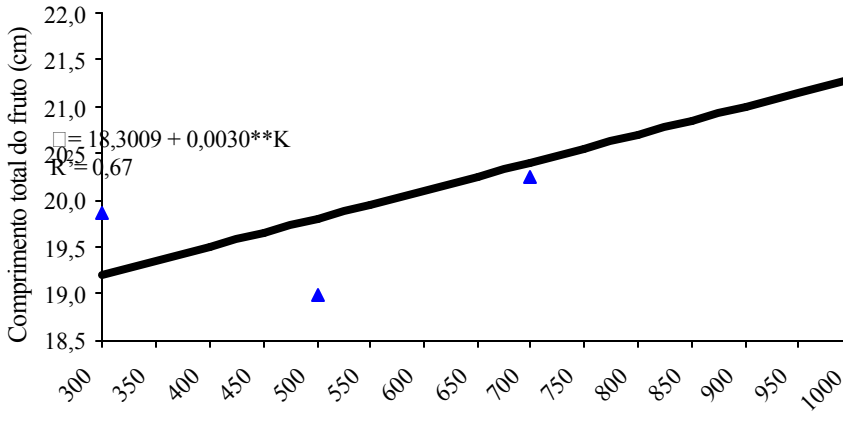
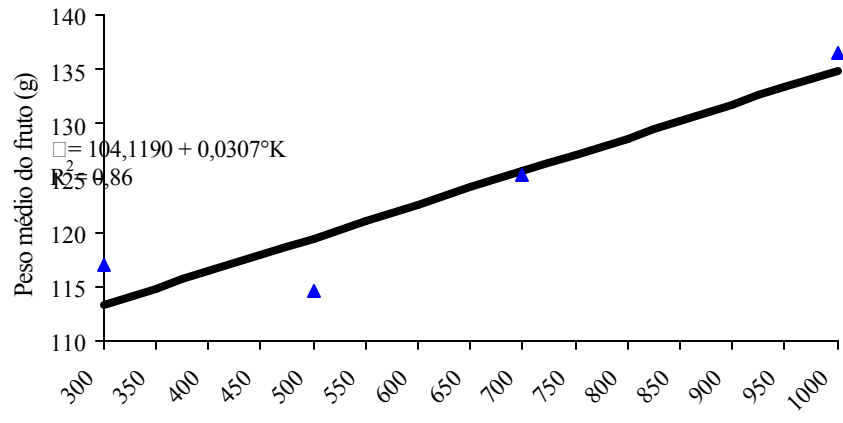
BORGES et al. (1997b), trabalhando também com a bananeira 'Prata Anã' no primeiro ciclo de produção, sob condições de irrigação, não encontraram efeitos de doses de potássio sobre o número de frutos e pencas por cacho, e sobre a classificação em pencas de primeira, segunda e terceira qualidade (de acordo com o peso do fruto). Os autores encontraram, ainda, que a dose aplicada proporcionou pequeno aumento no peso do cacho, o que não compensaria a aplicação do nutriente devido ao custo desta operação.

Esta ausência de resposta para as doses de potássio, nas características avaliadas neste trabalho, está relacionada ao fato de a bananeira 'Prata Anã' estar no primeiro ciclo de produção, com a população ainda não totalmente estabelecida e estar se adaptando, pois, a produção do primeiro ciclo tende a ser inferior que a dos demais, além do fato da planta mãe ser menos exigente que os rebentos quanto à absorção de nutrientes (GOMES, 1988). O fracionamento semanal das doses de potássio para simular fertirrigação, associado ao aumento da dose aplicada de acordo com o desenvolvimento da planta, também contribuiu para a ausência de resposta, possivelmente tornando mais eficiente o uso do adubo pela planta, com menores perdas, pois, segundo GOMES (1988) e SAMUELS et al. (1978), a absorção dos macronutrientes, dentre eles o potássio, torna-se mais intensa a partir do quinto mês após o plantio. Nos ciclos posteriores, quando a população estiver estabelecida e a produtividade aumentar consideravelmente, possivelmente surjam respostas positivas, principalmente em relação às doses de potássio, com menor efeito para as doses de

nitrogênio (SILVA et al., 1997, 1998) e de fósforo que, como citado anteriormente, é pouco exigido pela cultura.

As doses de potássio resultaram em aumentos lineares no peso e no comprimento total e comercial do fruto (Figura 2). Estes resultados confirmam a importância do potássio, relativamente ao enchimento dos frutos (ROBINSON, 1996), proporcionando frutos maiores e mais pesados devido à sua importante função no transporte de fotoassimilados das folhas para os frutos (LANGENEGGER e DU PLESSIS, 1980; MARSCHNER, 1995), na síntese de amido pela ativação da sintase do amido e na expansão celular (MARSCHNER, 1995).

De acordo com a classificação sugerida pelo programa de adesão voluntária da ABANORTE, considerando o comprimento comercial e diâmetro dos frutos da segunda penca, todos os tratamentos obtiveram classificação como fruto de primeira. Porém, o cacho da bananeira 'Prata Anã' tem perfil de tronco de cone (PEREIRA, 1997), possibilitando que parte do cacho tenha classificação inferior, indicando que a dose máxima de potássio incluiria maior número de frutos e, conseqüentemente, maior número de pencas classificadas como 'de primeira'. Por sua vez, um maior número de pencas classificadas como 'de primeira' resultaria em maior lucratividade, pois, o valor pago pelos frutos 'de segunda' corresponde a apenas 40% do valor pago pelos 'de primeira'.



** , * e ° Efeito significativo do fator aos níveis de 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Figura 2 - Peso médio, comprimento total e comprimento comercial do fruto da segunda penca de bananeira 'Prata Anã', em função das doses de potássio (K) aplicadas ao solo.

Considerando o padrão tecnológico utilizado no presente experimento, as doses de nitrogênio ou de fósforo maiores do que as comumente utilizadas pelos bananicultores do Distrito Agroindustrial de Jaíba não resultaram em acréscimos significativos nos componentes de produção e de qualidade da banana 'Prata Anã', no primeiro ciclo produtivo. Por outro lado, o aumento das doses de potássio melhorou a qualidade, com ganhos em comprimento total e peso do fruto, embora não afetando a produção. A matriz baconiana utilizada permite inferir sobre as doses de um dos nutrientes, mantendo fixa a dose de referência dos demais. Assim, considerando as doses de referência adotadas na região, pode-se recomendar a redução nas doses de nitrogênio ou de fósforo utilizadas, ou aumento nas doses de potássio.

Os valores médios obtidos (Quadro 5) foram inferiores aos verificados por PEREIRA (1997), tais como peso médio dos cachos de 17,7 kg e peso das pencas em torno de 2,0 kg, trabalhando-se com bananeira 'Prata Anã', no primeiro ciclo, em Jaíba, MG, com emprego de tecnologia semelhante. Apesar disso, os frutos produzidos apresentaram boa qualidade comercial, com comprimento superior a 14,0 cm e diâmetro superior a 32 mm, sendo, portanto, classificados como 'de primeira'.

4. CONCLUSÕES

Considerando o primeiro ciclo de produção da banana ‘Prata Anã’ e o manejo cultural utilizado, conclui-se que:

- As doses médias de nitrogênio ou de fósforo, utilizadas pelos bananicultores do Distrito Agroindustrial de Jaíba, podem ser reduzidas para 150 e 25 gramas por touceira, respectivamente, sem prejuízo dos componentes de produção e de qualidade da banana ‘Prata Anã’.
- As doses de potássio até 1000 gramas por touceira, por ano, aplicadas semanalmente, resultaram no aumento do peso médio, do comprimento total e do comprimento comercial do fruto, indicando a necessidade de reavaliação da dose comumente usada no Distrito Agroindustrial de Jaíba.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, M. M.; RAHMAN, G. K. M. M.; ALI, M. I.; HABIBULLAH, A. K. M. Fertilization increases banana yields. **Better Crops International**, p. 19. 1991.
- BORGES, A. L.; SILVA, S. O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 17, n. 1, p. 57-66, 1995.
- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1997a. p. 197-260.
- 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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19, n. 2, p.179-184, 1997b.

- CARVALHO, J. G.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; PAULA, M. B.; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade de frutos. **Informe Agropecuário**, v.17, n. 180, p. 52-55, 1994.
- CARVALHO, S. A.; ROCHA, A. C.; TAVARES, E. D. Efeitos dos principais nutrientes na qualidade das frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.11, n. 1, p. 35-44, 1989.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL / FAEPE, 1990. 320 p.
- CRISOSTO, C. H.; JOHNSON, R. S.; DEJONG, T.; DAY, K. R. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. **HortScience**, v. 32, n. 5, p. 820-823, 1997.
- DADZIE, B.K.; ORCHARD, J.E. **Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods**. **Inibap Technical Guidelines 2**. Montpellier: International Network for the Improvement of Banana and Plantains, 1997. 63 p.
- EMBLETON, T. W.; REITZ, H. J.; JONES, W. W. Citrus fertilization. In: REUTHER, W., (Ed.). **The citrus industry**. Berkely: University of California, v. 3, p. 122-182, 1973.
- GOMES, J. A. **Absorção de nutrientes pela bananeira cultivar prata (*Musa* AAB, subgrupo prata) em diferentes estágios de desenvolvimento**. 1988. 98p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- HEGDE, D. M.; SRINIVAS, K. Growth, yield, nutrient uptake and water use of bananas crops under drip and basin irrigation with N and K fertilization. **Tropical Agriculture**, v. 69, n. 4, p. 331-334, 1991.
- LAHAV, E. Effect of different amounts of potassium on growth of the banana. **Tropical Agriculture**, v. 49, n. 4, p. 321-335, 1972.
- LANGENEGGER, W.; DU PLESSIS, S. F. **Fertilisers in banana cultivation** Africa do Sul: Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, 1980. 1p.
- LÓPEZ, A.; ESPINOSA, J. Banana response to potassium. **Better Crops International**, v. 12, n. 1, p. 3-5, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. Desordens nutricionais e adubação de bananeiras. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA**, 1, 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FECAVJ/UNESP, 1985. p. 135-158.

- MANICA, I.; DEFELIPO, B. V.; CONDÉ, A. R.; LINO, J.; PASSOS, L. C. C. Resposta da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds e Sheperd) cv. nanicão à adubação com três níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ceres**, v. 25, n. 142, p. 549-553, 1978.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTINEZ, E.; SANCHEZ, A.; COLMENAREAS, C.; CASANOVA, E. Response of banana cv. giant cavendish (*Musa* sp (L.) AAA) to nitrogen, phosphorus and potassium fertilization in a typic ustropepts soil southeast of Lake Maracaibo. **Revista de la Facultad de Agronomia**, v. 14, n. 2, p.183-192, 1997.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **FrutiSéries Banana**. [2000]. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 23 junho 2001.
- MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Cargill, 1987. 335p.
- NOE, N.; ECCHER, T.; PORRO, D.; STAINER, R.; VAL, J.; MONTANES, L.; MONGE, E. Quality of golden delicious apples as affected by season and by nitrogen and potassium mineral nutrition. **Acta Horticulturae**. n. 448, p.487-497, 1997.
- PEREIRA, M. C. T. **Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira (*Musa* spp.) ‘prata anã’ (AAB) em sete Espaçamentos, em Jaíba e Visconde do Rio Branco-MG**. 1997. 56p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- QUAGGIO, J. A. Adubação N P K e a qualidade de alguns frutos tropicais. In: **XXI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. 1994, p. 167-194.
- ROBINSON, J.C. **Bananas and plantains**. Cambridge: CAB INTERNACIONAL, 1996. 238p.
- SALOMÃO, L. C. C. **Efeitos do envoltório plástico no desenvolvimento e na maturação pós-colheita de frutos de banana (*Musa* AAB) ‘Mysore’**. 1995. 104p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SAMUELS, G.; BEALE, A; TORRES, S. Nutrient content of the plantain (*Musa* AAB group) during growth and fruit production. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v. 62, n. 2, p. 178-185, 1978.

- SILVA, J. T. A. **Adubação e nutrição da bananeira para o Norte de Minas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1995. 24p. (Boletim Técnico, 46).
- SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 196, p. 21-36, 1999.
- SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; MENEGUCCI, J. L. P. Efeito do nitrogênio e potássio sobre a produção de bananeira prata anã. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15, 1998, Poços de Caldas. **Resumos...** Lavras: UFLA/SBF, 1998, p. 150.
- SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; OLIVEIRA, S. L. Efeito da adubação de nitrogênio e potássio na bananeira irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBSC, 1997. CD-ROM.

CAPÍTULO 2

EFEITOS DE DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO SOBRE O ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES E SUSCETIBILIDADE DE BANANAS 'PRATA ANÃ' AO DANO MECÂNICO

RESUMO

Com o objetivo de verificar os efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre o acúmulo de macronutrientes e suscetibilidade a dano mecânico de bananas 'Prata Anã', foi conduzido experimento com plantio em janeiro de 2000 e colheita em janeiro de 2001, no Distrito Agroindustrial de Jaíba, em Matias Cardoso-MG. Foram aplicados dez tratamentos de adubação compostos por uma matriz baconiana (1- 250:45:700, 2- 250:25:700, 3- 250:70:700, 4- 250:100:700, 5- 250:45:300, 6- 250:45:500, 7- 250:45:1000, 8- 150:45:700, 9- 400:45:700, 10- 600:45:700 gramas de N, P e K respectivamente, em que o tratamento 1 é o de referência, utilizado pelos bananicultores da região), dispostos no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram utilizados cachos do primeiro ciclo de produção. A suscetibilidade ao dano mecânico foi quantificada pelo

impacto de uma esfera de aço de 66 gramas solta sobre o fruto, à uma altura de 1,20 metros. Amostras de frutos de cada parcela foram utilizadas também para determinação de N, P, K, Ca, Mg e S. Apenas o fósforo afetou a suscetibilidade ao dano. Seu efeito foi quadrático, com máxima suscetibilidade para a dose de 69,9 gramas por touceira. Doses crescentes de nitrogênio proporcionaram efeito quadrático sobre a concentração de magnésio no fruto, com ponto mínimo na dose de 411,3 gramas de nitrogênio, por touceira, e efeito linear negativo na concentração de cálcio no fruto. As doses de fósforo proporcionaram efeito quadrático sobre as concentrações de nitrogênio, fósforo, enxofre e magnésio, com máximo nas doses de 54,5, 70,2, 57,7 e 61,2 gramas de fósforo por touceira, respectivamente. Para as concentrações de potássio e cálcio, os efeitos foram lineares, sendo crescentes para o cálcio e decrescentes para o potássio. Doses crescentes de potássio resultaram apenas em efeito linear negativo na concentração de nitrogênio no fruto, e efeito linear crescente com as doses na concentração de cálcio.

1. INTRODUÇÃO

O dano mecânico é um dos principais responsáveis pelas perdas pós-colheita de bananas (DADZIE e ORCHARD, 1997; FERRIS et al., 1995; GEORGE et al., 1994; LLADÓ e DOMINGUEZ, 1998), em razão da redução da vida pós-colheita (RIPPON 1974) e alteração na aparência do fruto (KAYS, 1991). O dano mecânico pode ocorrer em qualquer ponto entre a colheita e a chegada ao consumidor (CHITARRA E CHITARRA, 1990; DADZIE e ORCHARD, 1997) resultante de três fontes: impacto, pressão ou compressão e vibração (DADZIE e ORCHARD, 1997; KAYS, 1999).

Os fatores pré-colheita, como a aplicação de fertilizantes, afetam diretamente a suscetibilidade ao dano mecânico sofrido pelo fruto (CHITARRA e CHITARRA, 1990; DADZIE e ORCHARD, 1997). Conseqüentemente, o fruto sofre alterações na cor, sabor e odor, amaciamento dos tecidos, amadurecimento mais rápido (devido ao aumento na respiração e produção de etileno), maior perda de peso e maior invasão de microorganismos (DADZIE e ORCHARD, 1997; FAO, 1977; FERRIS et al., 1993; LLADÓ e DOMINGUEZ, 1998). O resultado de todas essas alterações é um fruto de pior qualidade, menor preço de venda, além de maior perda (DADZIE e ORCHARD, 1997).

A aplicação de fertilizantes afeta as concentrações dos nutrientes no fruto (HEDGE e SRINIVAS, 1991) e resulta, também, em efeitos de sinergismo ou antagonismo na absorção de nutrientes pela planta (ROBINSON, 1996). LAHAV (1995) cita que o potássio inibe a absorção do magnésio e do cálcio, mas, aumenta a absorção de fósforo. O fósforo, por sua vez, proporciona efeito antagônico em relação ao nitrogênio e ao cálcio, não influenciando a absorção de potássio.

SRIKUL e TURNER (1995), trabalhando com bananas cv. Williams (AAA), observaram que as doses de nitrogênio aumentaram a concentração deste nutriente na polpa, na casca e no fruto, resultado este semelhante aos encontrados por HEDGE e SRINIVAS (1991), em que as doses de nitrogênio proporcionaram aumento nas quantidades (gramas/fruto) de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. Os autores também observaram que as doses de potássio resultaram em aumento das quantidades (gramas/fruto) de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio nos frutos de bananeira cv. 'Robusta' (AAA).

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica sobre a suscetibilidade ao dano mecânico e o acúmulo de macronutrientes em bananas 'Prata Anã'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Distrito Agroindustrial de Jaíba, em Matias Cardoso – MG (14° 50' S, 43° 55' W), a 472 m de altitude, clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, em lote da Plena Consultoria de Engenharia Agrícola Ltda. Foram utilizadas bananeiras (*Musa* spp) ‘Prata Anã’ (AAB), com mudas provenientes de cultura de tecidos, plantadas em janeiro de 2000, em espaçamento 3,0 x 2,5 m, e irrigadas pelo sistema de microaspersão, fornecendo-se água de acordo com a evapotranspiração potencial de referência (ET_o) média dos últimos cinco dias, utilizando-se o coeficiente de cultura (K_c) de 0,9, e conforme a equação Penman-Monteith.

A área experimental compreende um terreno de topografia plana. O solo é de classificação textural arenosa (Quadro 1). A análise química deste solo, antes da instalação do experimento está indicada no quadro 2.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, e uma planta útil por parcela, com bordaduras interna e externa. Cada touceira foi conduzida com três plantas (mãe, filha e neta), avaliando-se apenas a produção da planta mãe, ou seja, o primeiro ciclo. O ensaio foi realizado com dez tratamentos compostos por

uma matriz baconiana, em que os tratamentos 1,2,3,4 avaliaram os efeitos das doses de fósforo, 1,5,6,7 avaliaram os efeitos das doses de potássio e 1,8,9,10 avaliaram o efeito das doses de nitrogênio (Quadro 3).

Quadro 1 - Características físicas do solo da área experimental localizada no Distrito Agroindustrial de Jaíba, Matias Cardoso – Minas Gerais

Profundidade (cm)	Areia %	Silte %	Argila %	Classe Textural
0-20	88,8	1,6	9,6	Areia franca
20-40	85,6	4,7	9,7	Areia franca
40-60	83,4	3,1	13,5	Areia franca

Quadro 2 - Características Químicas do Solo da Área Experimental, Localizada no Distrito Agroindustrial de Jaíba, Matias Cardoso – Minas Gerais

Profundidade (cm)	pH (H ₂ O)	H+Al -----cmol/dm ³	Al	Ca	Mg	K	P	MO ¹ ----mg/dm ³ ----
0-20	4,1	3,4	0,8	0,5	0,1	38	1,3	1,6
20-40	4,0	3,6	0,9	0,4	0,1	31	0,9	1,6
40-60	4,3	3,6	1,2	0,4	0,3	24	0,6	1,0

¹ Matéria Orgânica.

P e K : extrator Mehlich 1.

Al, Ca e Mg : extrator KCl 1mol l⁻¹.

H+Al : extrator Ca(Oac)₂ 0,5 mol l⁻¹ a pH 7,0.

As doses de fósforo (P) referem-se à adubação de plantio, aplicada na cova (equivalente a 100% da dose referida no quadro 3) e repetida aos seis meses em cobertura, visando a planta filha (equivalente a 100% da dose referida no Quadro 3), à frente da planta

mais jovem da touceira. A fonte de fósforo foi o superfosfato triplo (19,2% de P ou 44% de P_2O_5).

As doses de potássio (K) e nitrogênio (N) foram aplicadas em parcelas semanais para simular a fertirrigação. Durante o primeiro ciclo, 20% da dose foram aplicados nas vinte primeiras semanas, 30% da dose foram aplicados entre a vigésima primeira e quadragésima semana e 50% da dose foram aplicados entre a quadragésima primeira e a quinquagésima quinta semana. O cloreto de potássio (58% de K_2O ou 48% de K) e a uréia (45% de N) foram as fontes de potássio e nitrogênio, respectivamente, sendo as aplicações em cobertura feitas em meia-lua sempre à frente da planta mais jovem da touceira, seguidas de irrigação.

Aplicaram-se 3 toneladas de calcário dolomítico, por hectare, incorporadas aos 20 centímetros superficiais, e 200 gramas por cova antes do plantio. Como adubação orgânica, foram aplicados, por cova, 10 quilos de húmus no plantio e 10 litros de esterco aos seis e doze meses. Foram aplicados, também, 20 gramas de ácido bórico e 30 gramas de sulfato de zinco, por cova, no plantio, 15 gramas de sulfato de zinco por cova, a cada 60 dias, e 12 litros do produto comercial arbore cálcio mais 9 litros do produto comercial arbore zinco, por hectare, em adubação foliar, no décimo segundo mês após o plantio.

Quadro 3 - Doses nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) correspondentes aos tratamentos que compõem a matriz baconiana

Tratamento	Doses (g/ touceira)		
	N	P	K
1*	250	45	700
2	250	25	700
3	250	70	700
4	250	100	700
5	250	45	300
6	250	45	500
7	250	45	1000

8	150	45	700
9	400	45	700
10	600	45	700

*Tratamento de referência, que corresponde às doses de adubação praticadas para a bananeira na região.

Os cachos foram colhidos em janeiro de 2001, quando se observou mudança na tonalidade da casca de verde-escuro para verde-claro, o que ocorreu cerca de 90 dias após a antese. Após o despencamento, a segunda, a terceira e a quarta pencas de cada cacho foram identificadas e acondicionadas em caixas de plástico forradas com papel picado. As caixas foram transportadas, nas primeiras 24 horas após a colheita, para o laboratório de Pós-colheita no campus da Universidade Federal de Viçosa, onde os frutos foram individualizados por um corte rente à almofada floral, e imersos em solução de detergente a 0,2% por cinco minutos. Após este processo, os frutos foram armazenados em câmara fria à temperatura de 18 a 20°C e 75 a 85% de umidade relativa do ar.

Para determinação da suscetibilidade ao dano mecânico, quatro frutos com a casca totalmente verde (estádio de cor da casca 1) (DADZIE e ORCHARD, 1997), de cada parcela (cachos), foram amostrados logo após sua chegada ao laboratório. De acordo com a metodologia citada por DADZIE e ORCHARD (1997), os frutos foram danificados, um de cada vez, na região equatorial, entre duas quinas, por uma esfera de aço com 66 gramas solta sobre o fruto, à altura de 1,2 metros. O fruto foi colocado sobre uma espuma para minimizar danos adicionais do lado oposto ao do teste, sendo um tubo de PVC usado para direcionar a queda da esfera. Após a indução do dano, os frutos foram retornados à câmara fria.

Quando a cor da casca do fruto ficou totalmente amarela (estádio de cor da casca 6) (DADZIE e ORCHARD, 1997), o dano foi avaliado, cortando-se o fruto transversalmente no ponto de impacto da esfera, e tomaram-se as medidas do diâmetro e da profundidade do dano.

Para facilitar a visualização da profundidade do dano, a região do corte foi colorida com uma solução aquosa contendo 10,2 gramas de iodeto de potássio (98%) e 2,52 gramas

de iodo ressublimado (99,5%), por litro. A região cortada do fruto foi imersa nessa solução, por cinco segundos. Como na região danificada a conversão de amido a açúcar fica prejudicada, a injúria tornou-se visivelmente mais escura devido à reação amido/iodo, facilitando a medida da profundidade do dano.

Conhecendo o diâmetro (d) e a profundidade (r) do dano, foram calculados a área ($A = \pi (d/2)^2$), o volume ($V = A (r/2)$), e a suscetibilidade ao dano, que é obtida dividindo-se o volume do dano pela energia de impacto ($E = m g h$; m = massa da esfera; g = constante gravitacional, $9,81 \text{ m/s}^2$; h = altura da queda) (DADZIE e ORCHARD, 1997).

Para a determinação da concentração de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) no fruto, foram analisadas, separadamente, as amostras de casca e polpa de frutos totalmente verdes, ou seja, estágio de cor da casca 1, de cada parcela (cacho). Essas amostras foram submetidas à secagem a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ em estufa de ventilação forçada, até peso constante e, posteriormente, moídas em moinho tipo Willye (aço inoxidável), passadas em peneiras de vinte “mesh” e acondicionadas em recipientes apropriados, para análise química posterior. Na determinação dos teores dos nutrientes, foram pesadas duas amostras de cada parcela para realização das digestões sulfúrica e nítrico-perclórica em cada amostra. As amostras procedentes da digestão sulfúrica foram utilizadas para a análise dos teores de nitrogênio, enquanto aquelas procedentes da digestão nítrico-perclórica foram utilizadas para a determinação dos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

O N-orgânico foi dosado pelo método de Nessler (JONHSON e ULRICH, 1959); o N-NO_3^- foi determinado pelo método do ácido salicílico (CATALDO et al., 1975) e o N-total foi obtido a partir da soma do N-orgânico e do N-NO_3^- . O fósforo foi determinado por espectrofotometria, segundo BRAGA e DEFELIPO (1974). O potássio foi determinado pelo fotômetro de chama, e o enxofre por turbidimetria do sulfato (JACKSON, 1958). O cálcio e magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e regressão, desdobrando os nove graus de liberdade para tratamento, avaliando-se os efeitos linear, quadrático e cúbico para cada uma das características. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F, a 1, 5 e 10% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no potencial para explicar o fenômeno

biológico em questão. A análise estatística foi feita com o auxílio do software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As bananas ‘Prata Anã’, em estágio de cor da casca 1, não manifestaram qualquer sintoma visual de dano, nos momentos que se seguiram à indução deste (Figura 1). Este fato evidencia, em parte, a falta de cuidados no manuseio e na embalagem de bananas, na maioria das propriedades rurais, já que a injúria não se manifesta instantaneamente, contribuindo para a alta percentagem de perdas pós-colheita comum durante a cadeia de colheita/comercialização. Mesmo quando o dano induzido foi pouco severo, ao atingirem o estágio de cor da casca 6, os frutos apresentaram aparência bastante prejudicada (Figura 2), resultando em sua rejeição pelo consumidor, principalmente nos mercados mais exigentes. A seção transversal dos frutos que sofreram dano mecânico, em estágio de cor de casca 6,

exibe uma região afetada com aspecto necrosado. Após a reação amido-iodo/iodeto de potássio, esta região mostrou-se bem mais escura (Figura 3), indicando que a conversão de amido a açúcares solúveis, neste local, foi prejudicada.

As doses de nitrogênio não proporcionaram efeito sobre a suscetibilidade ao dano mecânico de bananas ‘Prata Anã’, com média de fator de $1,22 \text{ mm}^3 \text{ mJ}^{-1}$. Entretanto, BRAMLAGE et al. (1980) citam que doses excessivas de nitrogênio afetam diretamente a qualidade dos frutos, tornando-os mais macios e, conseqüentemente, mais suscetíveis ao dano. Esse fato foi comprovado por



Figura 1 - Seção transversal de frutos verdes de bananeira ‘Prata Anã’, antes e imediatamente após a indução do dano mecânico e antes (acima) e depois (abaixo) do teste do amido/iodo-iodeto de potássio, em que não se nota qualquer sintoma de dano.



Figura 2 - Frutos de bananeira 'Prata Anã' no estágio de cor 6, exibindo manchas escurecidas na casca, em consequência de dano mecânico.



Figura 3 - Seção transversal de frutos de bananeira 'Prata Anã', ao atingirem o estágio de cor 6, com e sem dano mecânico, antes e depois do teste do amido/iodo-iodeto de potássio.

FALAHÍ (1997), trabalhando com maçãs, obteve um decréscimo na firmeza dos frutos, em resposta às doses de nitrogênio. Além disso, as doses de nitrogênio aplicadas ao solo proporcionaram efeito significativo na concentração de cálcio no fruto (Quadro 4), resultando numa resposta linear negativa das concentrações deste nutriente (Figura 4). Como o cálcio é elemento essencial para rigidez da parede celular, atuando na ligação das cadeias pectínicas na lamela média, estabilizando a estrutura da membrana e mantendo a integridade da célula (MARSCHNER, 1995), esperava-se que a redução de sua concentração no fruto o tornasse mais suscetível ao dano. Segundo MONSELISE e GOREN (1987), esta redução na concentração de cálcio nos frutos em resposta às doses de nitrogênio deve-se ao fato de o nitrogênio estimular o crescimento vegetativo, aumentando a demanda de cálcio pelas regiões de crescimento (meristemas), reduzindo assim a disponibilidade de cálcio para o fruto.

As doses de nitrogênio proporcionaram, ainda, efeito quadrático na concentração de magnésio (Figura 4) no fruto, com concentração mínima de $0,139 \text{ dag kg}^{-1}$ na dose de 411,3 gramas de nitrogênio por touceira. Para os demais macronutrientes, não houve efeito significativo (Quadro 4). Dentre esses macronutrientes está o próprio nitrogênio, que não alterou significativamente sua concentração no fruto em função das doses aplicadas no solo, evidenciando que o fruto não é o órgão adequado para avaliação do estado nutricional da planta.

NOE et al. (1997) encontraram resultados opostos aos descritos por BRAMLAGE et al. (1980) e FALAHÍ (1997), em que as doses de nitrogênio resultaram em maçãs com maior firmeza. CARVALHO et al. (1994) também observaram efeito semelhante para a cultura do mamão. Estes resultados pouco consistentes são devidos ao grande número de fatores, que afetam a textura dos frutos, como a umidade do solo, a temperatura, a umidade relativa do ar e a disponibilidade dos nutrientes (SAMS, 1999), que estão diretamente relacionados à firmeza da polpa e, conseqüentemente, à resistência do fruto ao dano mecânico (DADZIE e ORCHARD, 1997).

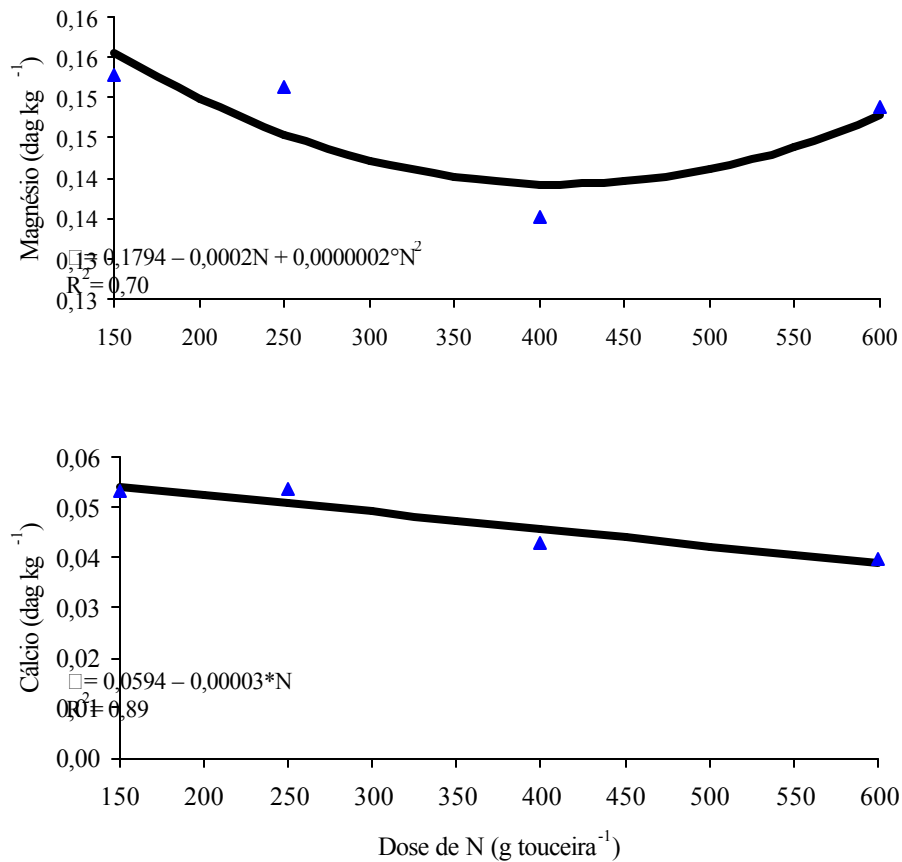
Para as doses de fósforo, observou-se efeito quadrático da suscetibilidade ao dano, com máximo de $1,36 \text{ mm}^3 \text{ mJ}^{-1}$ na dose de 69,91 gramas de fósforo por touceira (Figura 5) e média de $1,21 \text{ mm}^3 \text{ mJ}^{-1}$.

Comportamento quadrático também foi observado para as concentrações de nitrogênio, fósforo, enxofre e magnésio no fruto (Figura 6), com máximos nas doses de 54,5, 70,2, 57,7 e 61,2 gramas de fósforo por touceira, respectivamente. O aspecto das curvas foi semelhante ao observado para suscetibilidade ao dano. O aumento da concentração de nitrogênio no fruto até a dose de 54,5 gramas de fósforo, por touceira, resultou em fruto mais macio e, conseqüentemente, mais suscetível ao dano (Figura 5). O aumento da concentração de fósforo total no fruto até a dose de 70,2 gramas de fósforo, por touceira, possivelmente resultou em aumento na concentração de fósforo inorgânico que, segundo MARSCHNER (1995), em concentrações elevadas inibe a síntese de amido. Como o amido é um dos componentes responsáveis pela firmeza do fruto (KAYS, 1991; CHITARRA, 1994; KOJIMA, 1996), este evento afeta diretamente a suscetibilidade do fruto ao dano mecânico (GARCIA et al., 1995; DADZIE e ORCHARD, 1997).

Quadro 4 – Valores médios da concentração dos macronutrientes na matéria seca de banana ‘Prata Anã’ em função das doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)

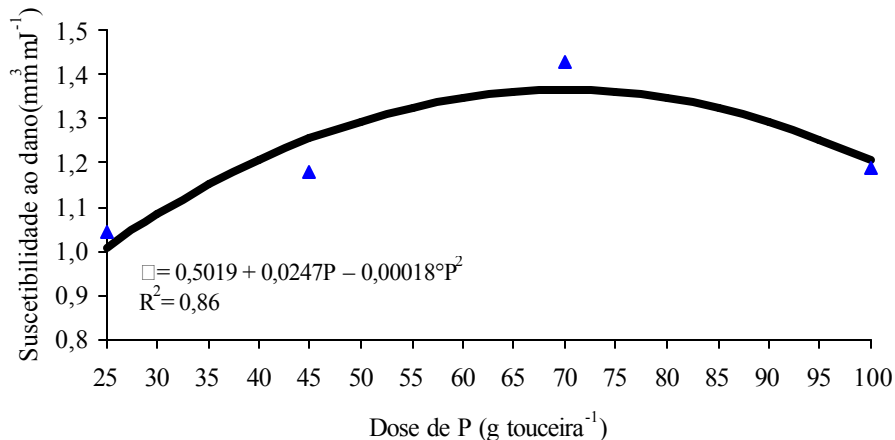
Nutriente	N	P	K
N (dag kg ⁻¹)	0,44	°	*
P (dag kg ⁻¹)	0,27	**	0,27
K (dag kg ⁻¹)	2,03	°	2,02
S (dag kg ⁻¹)	0,029	*	0,029
Mg (dag kg ⁻¹)	°	**	0,15
Ca (dag kg ⁻¹)	*	*	*

** , * e ° Efeito significativo do fator aos níveis de 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



* e ° Efeito significativo do fator aos níveis de 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

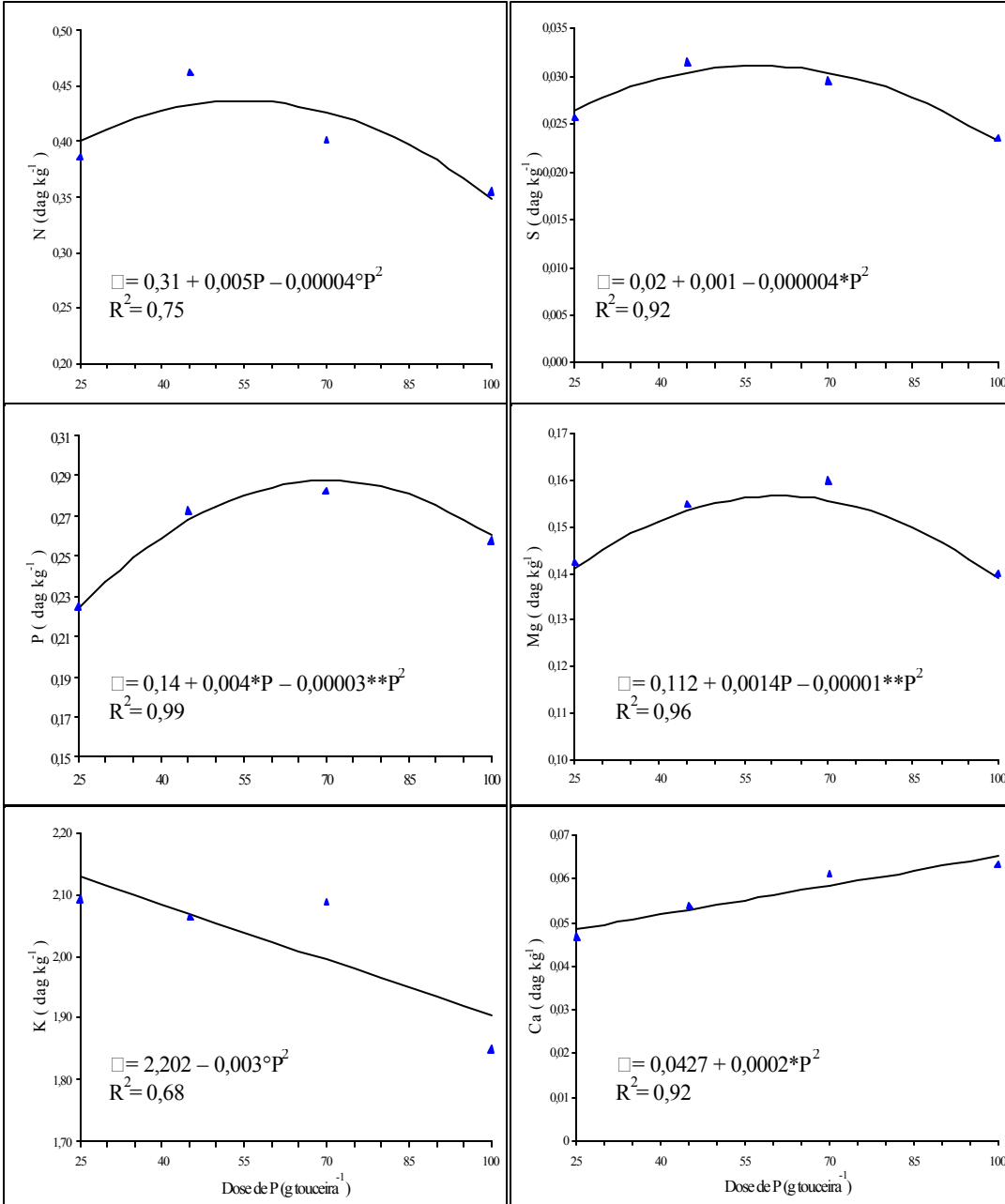
Figura 4 - Concentração de magnésio e cálcio na matéria seca do fruto de bananeira 'Prata Anã', em função das doses de nitrogênio (N) aplicadas ao solo.



° Efeito significativo do fator ao nível de 10% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 5 - Suscetibilidade ao dano mecânico do fruto de bananeira 'Prata Anã', em função das doses de fósforo (P) aplicadas ao solo.

Observou-se, ainda, uma resposta linear negativa das concentrações de potássio no fruto e aumento linear crescente da concentração de cálcio (Figura 6) com as doses de fósforo aplicadas ao solo. O potássio tem importância fundamental na síntese de amido, pela ativação da sintase do amido (MARSCHNER, 1995), enquanto o amido afeta diretamente a firmeza do fruto (KOJIMA, 1996) portanto, a redução da concentração de potássio no fruto, em resposta às doses de fósforo aplicadas ao solo, pode contribuir para o aumento da suscetibilidade ao dano. Era de se esperar que o aumento da concentração de cálcio no fruto reduzisse a suscetibilidade ao dano, em razão da importante função do cálcio na rigidez da parede celular, na manutenção da integridade da célula e na inibição da ação das enzimas que degradam a parede celular (MARSCHNER, 1995), as quais entram em ação após a injúria sofrida pelo fruto, o que, entretanto, não ocorreu.

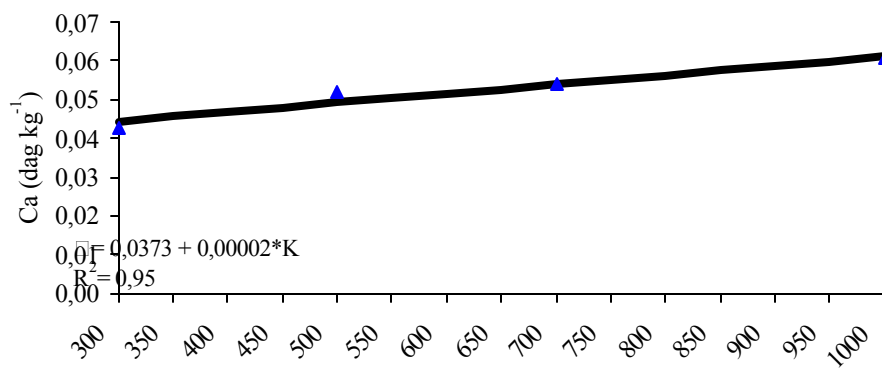
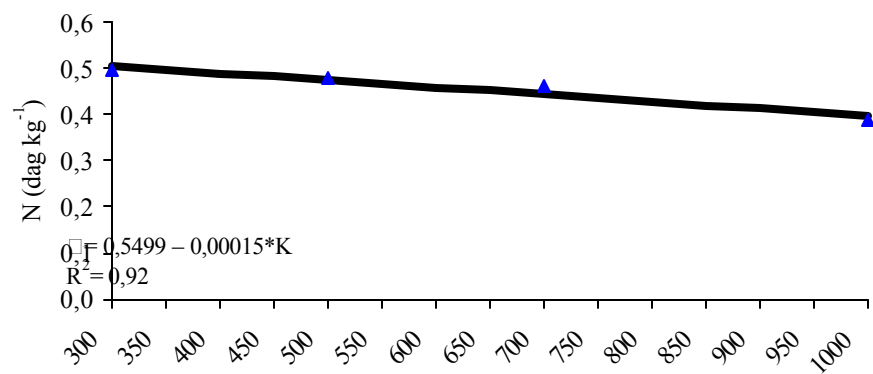


** , * e ° Efeito significativo do fator aos níveis de 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Figura 6 - Concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, magnésio e cálcio na matéria seca do fruto de bananeira 'Prata Anã' em função das doses de fósforo aplicadas ao solo.

Não foi detectada qualquer alteração na suscetibilidade ao dano, em resposta as doses de potássio, cuja média foi $1,09 \text{ mm}^3 \text{ mJ}^{-1}$. Esperava-se efeito das doses de potássio, aumentando a resistência de bananas (LANGENEGGER e DU PLESSIS, 1980; SILVA et al., 1999), pois, o potássio favorece a estrutura da parede celular (BORGES et al., 1997) e a lignificação dos tecidos vasculares (MARSCHNER, 1995). Além disso, as doses de potássio aplicadas ao solo proporcionaram uma redução linear na concentração de nitrogênio no fruto (Figura 7), nutriente responsável por torná-lo mais macio (BRAMLAGE et al. 1980) e, conseqüentemente, mais suscetível ao dano. Isto provavelmente deve-se ao efeito

antagônico existente entre o K^+ (proveniente do KCl) e o NH_4^+ (proveniente da uréia) (FALAHÍ, 1997). Observou-se ainda um aumento linear na concentração de cálcio no fruto (Figura 7) que, conforme citado anteriormente, é responsável pela rigidez da parede celular (MARSCHNER, 1995), tornando o fruto mais resistente ao dano mecânico. Não houve efeito das doses de potássio sobre a concentração dos demais macronutrientes no fruto (Quadro 4). Como em relação ao nitrogênio, o fruto não é o órgão mais adequado para avaliação do estado nutricional da planta, pois, as doses de potássio aplicadas ao solo não afetaram, significativamente, a concentração de potássio no fruto.



Dose de K (g touceira⁻¹)

* Efeito significativo do fator ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Figura 7 - Concentração de nitrogênio e cálcio na matéria seca do fruto de bananeira 'Prata Anã', em função das doses de potássio (K) aplicadas ao solo.

4. CONCLUSÕES

Considerando o primeiro ciclo de produção da banana ‘Prata Anã’ e as doses médias de nitrogênio, fósforo e potássio utilizadas pelos bananicultores do Distrito Agroindustrial de Jaíba, conclui-se que:

- O aumento das doses de nitrogênio até 600 gramas, por touceira por ano, ou de potássio até 1000 gramas por touceira por ano, não afetou a suscetibilidade do fruto ao dano mecânico.
- A maior suscetibilidade do fruto ao dano mecânico foi causada pela dose de 69,91 gramas de fósforo, por touceira.
- A dose de nitrogênio pode ser reduzida para 150 gramas por touceira, proporcionando, assim, um maior acúmulo de cálcio e magnésio no fruto, além de não afetar a concentração dos demais macronutrientes.
- Doses de fósforo até 100 gramas, por touceira por ano, afetaram o acúmulo de todos os macronutrientes no fruto.
- Doses de potássio até 1000 gramas, por touceira por ano, aplicadas semanalmente, reduziram a concentração de nitrogênio e aumentaram a concentração de cálcio na matéria seca do fruto, não afetando os demais macronutrientes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E.J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1997. p. 197-260.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica do fósforo com extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.
- BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; LORD, W. J. The influence of mineral nutrition on the quality and storage performance of pome fruits grown in North America. In: ATKINSON, D., (Ed.). **Mineral nutrition of fruit trees**. London: Butterworths, 1980. p. 29-39.
- CATALDO, D. A.; HAARON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNES, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicytic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.
- CARVALHO, J.G.; OLIVEIRA JUNIOR, J. P.; PAULA, M. B.; BOTREL, N. Influência dos nutrientes na qualidade de frutos. **Informe Agropecuário**, v. 17, n. 180, p. 52-55, 1994.
- CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**. v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL / FAEPE, 1990. 320 p.
- DADZIE, B.K.; ORCHARD, J.E. **Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods**. **Inibap Technical Guidelines 2**. Montpellier: International Network for the Improvement of Banana and Plantains, 1997. 63 p.

- FALAH, E. Preharvest nitrogen optimization for maximizing yield and postharvest fruit quality of apples. **Acta Horticulturae**. n. 448, p. 415-419, 1997.
- FERRIS, R. S. B.; HOTSONYAME, G. K.; WAINWRIGHT, H.; TOMPSON, A. K. The effects of genotype, damage, maturity, and environmental conditions on the postharvest life of plantain. **Tropical Agriculture**. v. 70, n. 1, p. 45-50, 1993.
- FERRIS, R. S. B.; WAINWRIGHT, H.; THOMPSON, A. K. The effects of morphology, maturity and cultivar on the ripening and susceptibility of plantains (AAB) to mechanical damage. **Fruits**. v. 50, n. 2, p. 101-107, 1995.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS. Analysis of an FAO survey of postharvest losses in developing countries. AGPP: misc. 27, FAO / UN, Rome, 1977.
- GARCIA, J. L.; RUIZ-ALTISENT, M.; BARREIRO, P. Factores influencing mechanical properties and bruise susceptibility of apples and pears. **Journal of Agricultural and Engeniering Research**. v. 61, p. 11-18, 1995.
- GEORGE, J. B.; MWANGANGI, B. M.; SASS, P. Some factors affecting banana storage and ripening: a case study of banana handling and ripening in Kenya.. **Acta-Horticulturae**. n. 368, p. 628-633, 1994.
- HEGDE, D. M.; SRINIVAS, K. Growth, yield, nutrient uptake and water use of bananas crops under drip and basin irrigation with N and K fertilization. **Tropical Agriculture**, v. 69, n. 4, p. 331-334, 1991.
- JACKSON, M. L. **Soil Chemical Analysis**. New Jersey: PrenticeHall, 1958. 498p.
- JOHNSON, C. M.; ULRICH, A. **Analytical methods for use in plant analysis**. Los Angeles: University of California, 1959. p.32-33. (Bulletin, 766).
- KAYS, S. J. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**. v.15, p.233-247, 1999.
- KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van noshard Reinhold, 1991. 532p.
- KOJIMA, K. Softening of banana fruit: relationship between firmness and chemical composition. **JARQ**. v. 30, p. 269-274, 1996.

- LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. **Bananas and plantains**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 258-316.
- LANGENEGGER, W.; DU PLESSIS, S. F. **Fertilisers in banana cultivation** Africa do Sul: Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, 1980. 1p.
- LLADÓ, J. D. S.; DOMINGUEZ, A. M. The effects of peel abrasion on the postharvest physiology and commercial life of banana fruits. **Acta-Horticulturae**. n. 490, p. 547-553, 1998.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.
- MONSELISE, S. P.; GOREN, R. Preharvest growing conditions and postharvest behavior of subtropical and temperate-zone fruits. **Hortscience**, v. 22, n. 6, p. 1185-1189, 1987.
- NOE, N.; ECCHER, T.; PORRO, D.; STAINER, R.; VAL, J.; MONTANES, L.; MONGE, E. Quality of Golden Delicious apples as affected by season and by nitrogen and potassium mineral nutrition. **Acta Horticulturae**, n. 448, p.487-497, 1997.
- RIPPON, L. E. Mechanical injuries of bananas. **Agricultural Gazette**, v. 1, p. 8-9, 1974.
- ROBINSON, J.C. **Bananas and Plantains**. New York: CAB INTERNACIONAL, 1996. 238p.
- SAMS, C. E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 3, p. 249-254, 1999.
- SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 196, p. 21-36, 1999.
- SRIKUL, S.; TURNER, D. W. High N supply and soil deficits change the rate of fruit growth of bananas (cv. Williams) and promote tendency to ripen. **Scientia Horticulturae**, v. 65, p. 165-174, 1995.

CONCLUSÕES GERAIS

Considerando o primeiro ciclo de produção da banana ‘Prata Anã’ e o manejo cultural adotado, pode-se concluir que as doses de nitrogênio, ou de fósforo, utilizadas pelos bananicultores do Distrito Agroindustrial de Jaíba, podem ser reduzidas de 250 para 150 gramas, por touceira, ou de 45 para 25 gramas por touceira, respectivamente, sem prejuízo dos componentes de produção e de qualidade do fruto. Alternativamente, as doses de potássio podem ser aumentadas de 700 para 1000 gramas, por touceira, com ganhos em qualidade do fruto.

Em relação à suscetibilidade ao dano mecânico, apenas o fósforo afetou este fator. Dentre as doses testadas, a de 25 gramas por touceira também resultou em menor suscetibilidade.

As diferentes doses de fósforo afetaram as concentrações de todos os macronutrientes no fruto. As doses de nitrogênio e potássio afetaram as concentrações de magnésio e cálcio, e de nitrogênio e cálcio no fruto, respectivamente.

APÊNDICE

APÊNDICE

QUADRO 1A - Análise de variância para os efeitos das doses de nitrogênio (N), de fósforo (P) e de potássio (K) sobre o peso de cacho (kg), número de pencas por cacho, peso médio da penca (g), número de frutos por cacho e peso médio (g), comprimento (cm), comprimento comercial (cm) e diâmetro do fruto (mm)

G.L	Quadrados Médios							
	P. cacho	Nº Pencas	P. Penca	Nº Frutos	P. Fruto	C. Fruto	C.C. Fruto	Diâm.
3	7,7608 ^{ns}	0,7333 ^{ns}	100196,4 ^{ns}	68,2000 ^{ns}	475,9544 ^{ns}	2,3909 ^{ns}	3,0335 ^{ns}	9,0
(9)	1,6006 ^{ns}	0,2222 ^{ns}	23938,8 ^{ns}	18,6778 ^{ns}	189,8791 ^{ns}	2,8994 ^{ns}	2,4091 ^{ns}	6,0
1	0,3098 ^{ns}	0,2663 ^{ns}	27790,7 ^{ns}	0,0489 ^{ns}	30,8894 ^{ns}	0,3744 ^{ns}	0,0129 ^{ns}	0,0
1	1,1131 ^{ns}	0,2021 ^{ns}	4269,9 ^{ns}	0,0526 ^{ns}	154,7509 ^{ns}	0,4283 ^{ns}	0,1023 ^{ns}	6,0
1	0,3134 ^{ns}	0,2191 ^{ns}	33059,3 ^{ns}	6,0895 ^{ns}	103,1388 ^{ns}	2,9706 ^{ns}	2,2488 ^{ns}	5,0
1	0,2064 ^{ns}	0,2857 ^{ns}	33528,1 ^{ns}	21,8750 ^{ns}	134,7983 ^{ns}	3,9114 ^{ns}	1,6218 ^{ns}	3,0
1	0,9026 ^{ns}	0,1383 ^{ns}	3959,3 ^{ns}	102,7010 ^{ns}	0,6363 ^{ns}	0,2775 ^{ns}	1,0944 ^{ns}	4,0
1	0,2350 ^{ns}	0,2633 ^{ns}	1281,3 ^{ns}	38,0920 ^{ns}	1,4529 ^{ns}	0,1029 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	0,0

1	8,6015 ^{ns}	0,0093 ^{ns}	126388,1 ^{ns}	0,5981 ^{ns}	1009,2320 ^o	9,6525 ^{**}	6,8624 [*]	12,
1	1,1271 ^{ns}	0,9757 ^{ns}	4517,7 ^{ns}	0,1670 ^{ns}	93,0543 ^{ns}	3,2593 ^{ns}	3,6004 ^{ns}	4,
1	0,2042 ^{ns}	0,0149 ^{ns}	1656,7 ^{ns}	7,2328 ^{ns}	70,4553 ^{ns}	1,5877 ^{ns}	0,2832 ^{ns}	0,
27	3,7017	0,3627	49220,1	87,1444	341,9544	1,2540	1,3116	5,
	16,76	8,03	14,49	9,84	15,26	5,66	7,35	6,3

^{ns} Não significativo pelo teste F.

^{**}, ^{*} e ^o Efeito significativo do fator aos níveis de 1, 5 e 10% de significância, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO 1B - Análise de variância para os efeitos das doses de nitrogênio (N), de fósforo (P) e de potássio (K) sobre a suscetibilidade ao dano ($\text{mm}^3 \text{mJ}^{-1}$) e a concentração de nitrogênio (dag kg^{-1}), fósforo (dag kg^{-1}), potássio (dag kg^{-1}), enxofre (dag kg^{-1}), magnésio (dag kg^{-1}) e cálcio (dag kg^{-1}) na matéria seca do fruto

	G.L	Quadrados Médios						
		Susc. Dano	N	P	K	S	Mg	Ca
os	3	0,1568 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,0025 [*]	0,1578 [*]	0,000040 ^{ns}	0,000088 ^{ns}	0,0000
	(9)	0,0701 ^{ns}	0,0085 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0317 ^{ns}	0,000030 ^{ns}	0,000191 ^{ns}	0,0002
	1	0,0051 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,0042 ^{ns}	0,0121 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000106 ^{ns}	0,0002
	1	0,0702 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0330 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000431 ^{oo}	0,0000
	1	0,0303 ^{ns}	0,0053 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0500 ^{ns}	0,000059 ^{ns}	0,000230 ^{ns}	0,0000
	1	0,0755 ^{ns}	0,0067 ^{ns}	0,0025 [*]	0,1108 ^o	0,000028 ^{ns}	0,000022 ^{ns}	0,0000
	1	0,1904 ^o	0,0113 ^o	0,0058 ^{**}	0,0405 ^{ns}	0,000119 ^o	0,000857 ^{**}	0,0000
	1	0,0450 ^{ns}	0,0060 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,000014 ^{ns}	0,000038 ^{ns}	0,0000
	1	0,0272 ^{ns}	0,0247 [*]	0,0012 ^{ns}	0,0321 ^{ns}	0,000030 ^{ns}	0,000018 ^{ns}	0,0000
	1	0,0020 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0136 ^{ns}	0,000061 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	0,0000
	1	0,0365 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,000013 ^{ns}	0,000192 ^{ns}	0,0000
	27	0,0568	0,0035	0,0005	0,0322	0,000023	0,000110	0,0001
	o)		20,35	13,93	8,21	8,91	17,01	7,18

^{ns} Não significativo pelo teste F.

^{**}, ^{*} e ^o Efeito significativo do fator aos níveis de 1, 5 e 10% de significância, respectivamente, pelo teste F.

