

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
MESTRADO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BANANEIRA cv. PRATA ANÃ  
(2º CICLO) SOB FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

VALBÉRIO PAOLILO DOS SANTOS

Campina Grande - PB

Outubro/2006

VALBÉRIO PAOLILO DOS SANTOS

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BANANEIRA cv. PRATA ANÃ (2º  
CICLO) SOB FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

Dissertação submetida à Comissão Examinadora do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Área de Concentração: Irrigação e Drenagem

PEDRO DANTAS FERNANDES  
Orientador

LAFAYETTE FRANCO SOBRAL  
Co-orientador

Campina Grande - PB

Outubro/2006



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



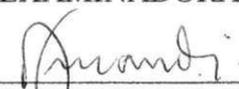
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

VALBÉRIO PAOLILO DOS SANTOS

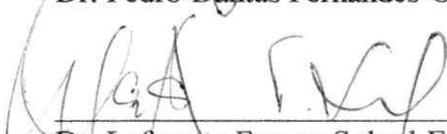
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BANANEIRA cv. PRATA ANÃ (2º CICLO) SOB  
FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

BANCA EXAMINADORA

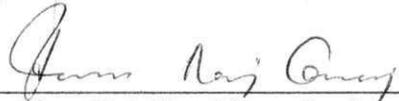
PARECER

  
Dr. Pedro Dantas Fernandes-Orientador

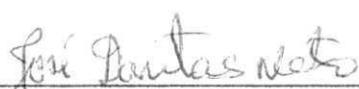
Aprovado

  
Dr. Lafayette Franco Sobral-Examinador

Aprovado

  
Dr. Hans Raj Gheyi-Examinador

Aprovado

  
Dr. José Dantas Neto-Examinador

APROVADO

OUTUBRO - 2006

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e força para enfrentar as dificuldades.

A minha noiva Elaine Silva Melo, companheira de todas as horas, pela grande ajuda e apoio em todos os momentos.

Aos meus pais pelos ensinamentos, pela oportunidade e todo empenho na realização dos meus objetivos.

Aos orientadores Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes e Dr. Lafayette Franco Sobral por todos os ensinamentos passados, pela confiança e por toda dedicação na redação deste trabalho.

Ao Prof. Alberto Soares de Melo pela oportunidade de realização desse trabalho e por toda colaboração.

Ao colega Eric Brito por toda contribuição e valiosa ajuda durante todas as etapas do curso.

As colegas Jolly e Liliane por todo apoio e colaboração durante a condução do experimento.

Aos Professores Dr. Hans Raj Gheyi e Dr. José Dantas Neto pelos ensinamentos e contribuição.

Ao Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade concedida a realização desse curso.

## SUMARIO

LISTA DE TABELAS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
RESUMO .....	viii
1- INTRODUÇÃO .....	1
2- REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 - A Cultura da banana .....	3
2.1.1 - Cultivar Prata Anã .....	4
2.2 - Irrigação .....	4
2.2.1 - Necessidade hídrica da bananeira .....	5
2.2.2 - Sistema de irrigação .....	6
2.2.3 - Manejo de irrigação .....	8
2.3 - Nutrição da bananeira .....	8
2.3.1 - Nitrogênio .....	10
2.3.2 - Potássio .....	11
2.4 - Fertirrigação .....	12
3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1 - Descrição da área .....	14
3.2 - Tratamentos e delineamento estatístico .....	15
3.3 - Cultivar .....	15
3.4 - Condução do experimento .....	15
3.5 - Características Avaliadas: .....	16
3.6 - Análise Estatística .....	18
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4.1 - Efeitos das doses de nitrogênio e potássio no crescimento da bananeira .....	19
4.2 - Efeitos das doses de nitrogênio e potássio na produção da bananeira .....	27
4.3 - Correlações das variáveis de crescimento e produção .....	45
4.4 - Efeitos das doses de nitrogênio e potássio nos atributos químicos do solo .....	48
5 - CONCLUSÕES .....	53
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados médios da análise do solo, no início do experimento, para os diferentes tratamentos, na profundidade 0-0,20 m. ....	14
Tabela 2. Quadrados médios dos fatores envolvidos no experimento, para as variáveis de crescimento estudadas, obtidos a partir da análise de variância e das médias.....	20
Tabela 3. Quadrados médios dos fatores envolvidos no experimento, para as variáveis de produção estudadas, obtidos a partir da análise de variância e das médias. ....	28
Tabela 4. Quadrados médios dos fatores envolvidos no experimento, para as variáveis de produção estudadas, referentes à segunda penca do cacho, obtidos a partir da análise de variância e das médias. ....	39
Tabela 5. Matriz de correlação entre as variáveis de crescimento estudadas e as variáveis de produção estudadas da bananeira. ....	46
Tabela 6. Matriz de correlação entre as variáveis de produção e as variáveis de produção da segunda penca, estudadas da bananeira. ....	47
Tabela 7. Quadrados médios dos atributos do solo (potássio, nitrogênio e matéria orgânica) para os diferentes tratamentos, obtidos a partir da análise da variância e das médias. ....	48

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efeitos das doses de nitrogênio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no comprimento do pseudocaule da bananeira (cm), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo.....	21
Figura 2. Efeitos das doses de potássio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no comprimento do pseudocaule da bananeira (cm), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo.....	21
Figura 3. Diâmetro do pseudocaule (cm), em função das doses de nitrogênio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo.....	22
Figura 4. Diâmetro do pseudocaule (cm), em função das doses de potássio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo.....	22
Figura 5. Número de folhas desenvolvidas por planta, segundo as doses aplicadas de $\text{K}_2\text{O}$ ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), obtidas quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo.....	23
Figura 6. Superfície de resposta para o comprimento do pseudocaule na colheita, em função de doses de nitrogênio e potássio.....	24
Figura 8. Efeitos dos níveis de nitrogênio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no número de folhas na colheita. .....	26
Figura 9. Efeitos das doses de potássio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no número de folhas na colheita. .....	26
Figura 10. Superfície de resposta para o peso do cacho, em função de doses de nitrogênio e potássio.....	29
Figura 11. Superfície de resposta para o peso total de pencas, em função de doses de nitrogênio e potássio.....	31
Figura 12. Efeitos dos níveis de potássio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no peso médio de pencas (g). .....	32
Figura 13. Efeitos dos níveis de potássio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no número de pencas por cacho. .....	32
Figura 14. Efeitos dos níveis de nitrogênio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no número de frutos por cacho. .....	33
Figura 15. Efeitos dos níveis de potássio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no número de frutos por cacho. .....	34
Figura 16 Efeitos dos níveis de nitrogênio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no número de frutos por penca. ...	35
Figura 17. Efeitos dos níveis de potássio ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no número de frutos por penca.....	35

Figura 18. Superfície de resposta para o peso médio de frutos, em função de doses de nitrogênio e potássio. ....	36
Figura 19. Superfície de resposta para o peso da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio.....	40
Figura 20. Superfície de resposta para o número de frutos da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio.. ....	41
Figura 21. Efeitos dos níveis de potássio ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) no diâmetro do fruto médio (cm). ..	42
Figura 22. Superfície de resposta para o comprimento do fruto médio da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio.....	43
Figura 23. Superfície de resposta para o peso do fruto médio da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio.....	44
Figura 24. Superfície de resposta da acumulação do potássio no solo, na profundidade 0,0-0,20 m, em função dos níveis de nitrogênio e potássio.....	49
Figura 25. Superfície de resposta da acumulação do potássio no solo, na profundidade 0,20-0,40 m, em função dos níveis de nitrogênio e potássio.....	50
Figura 26. Efeito da acumulação do potássio no solo na produção de banana, na profundidade 0,0-0,20 m.. ....	51
Figura 27. Efeito da acumulação do potássio no solo na produção de banana, na profundidade 0,20-0,40 m. ....	52

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA BANANEIRA cv. PRATA ANÃ (2º CICLO)  
SOB FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA.

RESUMO

O Nordeste brasileiro é a principal região produtora de banana, responsável por cerca de 35,80% da produção nacional (IBGE 2004). Apesar das condições favoráveis ao seu cultivo, a produtividade média tem sido muito abaixo do seu potencial. Geralmente, isso se deve a problemas de suprimento hídrico e nutricional. Dentre os nutrientes, o nitrogênio e o potássio são requeridos em maiores quantidades pela bananeira. Com o objetivo de estudar o efeito de quatro doses de nitrogênio (0, 117, 235 e 352 kg ha<sup>-1</sup>) e de potássio (0, 157, 313 e 470 kg ha<sup>-1</sup>), aplicados via fertirrigação no 2º ciclo de cultivo da banana cv. Prata Anã, coletaram-se dados em um experimento fatorial em blocos casualizados em um Argissolo Vermelho Amarelo dos tabuleiros costeiros, do Nordeste brasileiro. A produtividade aumentou linearmente com as doses aplicadas de potássio. O nitrogênio teve efeito sobre as variáveis de crescimento e sobre o número de frutos. Houve efeito da interação N x K na produtividade da bananeira, e as maiores produtividades foram obtidas na combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio. O aumento das doses de potássio propiciou aumento no diâmetro, no comprimento e peso do fruto médio da segunda penca. As maiores produtividades foram associadas aos maiores níveis de potássio no solo, pelo Mehlich-1, na profundidade de 0-0,20 m.

PALAVRAS-CHAVE: banana, irrigação, adubação, nutrição.

GROWTH AND PRODUCTION OF THE BANANA cv. PRATA ANÃ (2° CYCLE)  
UNDER NITROGEN AND POTASSIUM FERTIGATION

ABSTRACT

The Brazilian Northeast is the main producing area, being responsible for about 35,80% of banana's national production (IBGE 2004). In spite of the favorable conditions to its cultivation, the average national yield has been a lot below its potential, due mainly to water and nutrients supply. Among all nutrients, nitrogen and potassium are the ones required in larger amounts by the banana. With the objective of studying the effect of four rates of nitrogen (0, 117, 235 and 352 kg ha<sup>-1</sup>), and of four rates potassium (0, 157, 313 and 470 kg ha<sup>-1</sup>) applied by fertirrigation in the 2° cycle of cultivation of the cv. Prata Anã, data was collected in an factorial experiment in randomized blocks, in an Ultisol of the coastal tableland, of the northeast of Brazil. Yield increased linearly with the applied rates of potassium; nitrogen had effect on the growth variables and on the number of fruits; there was an effect of the interaction N x K in the productivity of the banana and the largest productivities were obtained in the combination of highest rates of both nutrients. Potassium increased diameter, length and weight of the medium fruit of the second bunch. High yields were associated to high levels of Mehlich-1 K in the soil at depth of 0-0,20 m.

KEY-WORDS: banana, irrigation, fertilization, nutrition.

## 1- INTRODUÇÃO

A agricultura, através de uma exploração racional, garante a uma região o fortalecimento de sua economia e do bem-estar do seu povo. As práticas agrícolas devem minimizar a degradação do solo e, conseqüentemente, manter a sustentabilidade da atividade agrícola, assumindo importância fundamental para a garantia da produtividade das culturas.

A produção agrícola dependente da precipitação pluviométrica torna-se uma atividade de risco, em função das variações anuais e das altas taxas evaporativas ocorridas na região Nordeste, contribuindo para níveis médios de produtividade das culturas extremamente baixos.

Sistemas de irrigação são planejados e implantados com o propósito de fornecer às culturas a água necessária ao seu ótimo desenvolvimento e produção, adotando-se medidas capazes de proporcionar um manejo racional e de maneira eficiente da irrigação. O manejo deve ser efetuado de forma a proporcionar à cultura condições de disponibilidade hídrica que permitam externar seu potencial genético de produtividade, sendo extremamente importante identificar o momento oportuno de aplicação de água e quantificar o quanto aplicar, evitando-se que as plantas sofram por estresse ou excesso hídrico (Bernardo et al., 2005).

A irrigação é uma alternativa com expressivo papel para o desenvolvimento socioeconômico na região Nordeste, e a fruticultura vem-se destacando especialmente com as culturas da manga, uva, banana e coco.

A banana, uma das frutas mais consumidas no mundo, é cultivada na maioria dos países tropicais, principalmente no Brasil, onde é apontada como uma das frutas de maior importância, pois é considerada como alimento básico da população brasileira, por possuir alto valor nutritivo (Moreira, 1987).

No Brasil, em 2003, a produção de banana ultrapassou 6,5 milhões de toneladas. O Nordeste brasileiro é a principal região produtora, sendo responsável por cerca de 35,80% da produção nacional de banana (IBGE 2004). Do total de frutos produzidos no país, apenas 1% é exportado. O restante da produção é comercializado no mercado interno, já que a banana é um importante complemento na dieta alimentar, principalmente da população de baixa renda (Brasil et al., 2000). Apesar das condições

favoráveis ao seu cultivo, a produtividade média tem sido muito abaixo do seu potencial.

A irrigação é, sem dúvida, uma técnica efetiva no aumento da produtividade da cultura da banana, mas deve estar associada a um manejo adequado do solo. A utilização de solos de baixa fertilidade e a não-manutenção de níveis adequados de nutrientes durante o ciclo da planta são fatores responsáveis pela baixa produtividade da bananeira. Apesar de ser cultivada em diversos tipos de solos, a bananeira prefere solos ricos em matéria orgânica, bem drenados, argilosos ou francos, que tenham boa capacidade de retenção de água e topografia favorável (Rangel, 1997; Borges et al., 2000).

O fornecimento adequado de água através do manejo de irrigação correto, apesar de contribuir para a melhoria da produção, por si só não é suficiente para alcançar produtividades elevadas, sendo necessário, também, elevar os teores de nutrientes no solo sob formas disponíveis para as plantas. Com esse fim, a adubação de forma tradicional, nos cultivos irrigados, vem sendo substituída pela aplicação de fertilizantes via água de irrigação.

A irrigação não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de determinada cultura, com adequado manejo dos recursos naturais, devendo-se levar em conta aspectos de sistemas de plantios, de possibilidade de rotação de culturas, de proteção dos solos, de fertilidade do solo, de manejo integrado de pragas e doenças e de mecanização, almejando uma produção integrada, de boa qualidade e de melhor inserção nos mercados (Bernado et al., 2005).

Embora a relação entre doses de fertilizantes aplicados e produção de bananas tenha sido bastante estudada, o efeito da fertilização sobre a qualidade dos frutos deve ser cuidadosamente considerado, sendo necessário determinarem-se as doses de nutrientes que resultem em máxima produção econômica e melhor qualidade de bananas, uma vez que os fertilizantes constituem, atualmente, um dos principais componentes do custo de produção dessa cultura.

Diante desse aspecto, o presente trabalho teve como objetivo determinar as melhores doses de nitrogênio e de potássio, aplicadas via fertirrigação, no 2º ciclo da cultura da banana cv. Prata Anã, numa área de Tabuleiro Costeiro do Estado de Sergipe, avaliando-se parâmetros de crescimento e, principalmente, os de produção.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - A Cultura da banana

As bananeiras são pertencentes à classe *Monocotyledoneae*, ordem *Scitaminales* e família *Musaceae*, da qual fazem parte as subfamílias *Heliconioideae*, *Strelitzioideae* e *Musoideae*. Esta última, além do gênero *Ensete*, inclui o gênero *Musa* de onde se origina a série ou seção (Eu-) *Musa* (Moreira, 1987). Esta seção é a mais importante, constituindo o maior número de espécies do gênero, com ampla distribuição geográfica e abrangendo as espécies de bananas comestíveis (Dantas e Soares Filho, 1995).

Os cultivos comerciais de banana distribuem-se geograficamente, entre as latitudes de 25° N e 25° S, embora o aperfeiçoamento de técnicas agrícolas tenha possibilitado o estabelecimento de cultivos em regiões subtropicais próximas dos paralelos de 30° latitude Norte e Sul, como Israel, no hemisfério Norte (ITAL, 1995).

As regiões onde a umidade relativa média anual situa-se acima de 80% são as mais favoráveis ao cultivo da banana. Essa alta umidade acelera a emissão de folhas, prolonga sua longevidade, favorece o lançamento da inflorescência e uniformiza a coloração da fruta. Contudo, quando associada a chuvas e a variações de temperatura, provoca a ocorrência de doenças fúngicas (Moreira, 1987; ITAL, 1995).

Quanto à luminosidade, a bananeira requer alta intensidade de luz para se desenvolver normalmente. Em condições de pouca luminosidade por período prolongado, o ciclo de desenvolvimento da planta é interrompido, não havendo a diferenciação floral, resultando em ciclo vegetativo longo. Também em níveis excessivamente altos podem provocar queimaduras no engaço e nos frutos (Alves et al., 1999).

A condição dos ventos também é um aspecto importante para o crescimento da bananeira, uma vez que ventos secos causam transpiração excessiva e rápido déficit hídrico nas folhas, enquanto ventos frios prejudicam, sensivelmente, o desenvolvimento da bananeira bem como de seus cachos. Os ventos fortes podem causar desde redução da área foliar, pelo fendilhamento das lâminas, até o tombamento das plantas (Alves et al., 1999).

As cultivares de banana, em sua grande maioria, originaram-se no continente Asiático, tendo evoluído a partir das espécies selvagens *Musa acuminata* Colla e *M.*

*balbisiana* Colla. Além da origem bi específica (A = *acuminata*, B = *Balbisiana*), a classificação desses grupos de banana comestíveis refere-se também a níveis de cromossomos distintos, podendo esses ser diplóides (AA, BB e AB), triplóides (AAA, AAB e ABB) e tetraplóides (AAAA, AAAB, AABB, ABBB) (Dantas e Soares Filho, 1995).

### 2.1.1 - Cultivar Prata Anã

Apesar do grande número de cultivares existentes, são poucas as que têm boa aceitação pelo consumidor e que agregam potencial agrônômico satisfatório, limitando, assim, a sua indicação para fins comerciais. No Brasil, as cultivares mais difundidas são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, todas do grupo AAB, com destaque para as cultivares Prata e Pacovan, responsáveis por 70% da área plantada com banana, além da Nanica, Nanicão e Grande Naine, do grupo AAA, destinadas, principalmente, ao mercado externo (Alves, 1999; Ferreira, 1995).

Existe uma preferência por parte dos brasileiros, especialmente os das regiões Norte e Nordeste, pelo sabor da Prata. As cultivares desse subgrupo são: Prata, Branca, Prata do Nordeste, Pacovan e Prata Ponta Aparada (Silva et al., 1999).

A cultivar Prata Anã tem pseudocaule vigoroso de cor verde-clara, brilhante, com altura que varia de 2,0 a 3,5 m, sendo o diâmetro do pseudocaule de aproximadamente 50 cm; a coloração do pecíolo e das nervuras principais é também verde-clara brilhante, e a roseta foliar é compacta; as pencas são mais juntas e as bananas, mais curtas e roliças que as da Prata. A cultivar é tolerante ao frio, dispensa o uso de escoramento, devido ao grande vigor da planta e tem bom potencial de produtividade sob condições de irrigação (Silva et al., 1999). Souto et al. (2001) chegaram a obter uma produtividade de 19,54 t.ha<sup>-1</sup> no 2º ciclo.

## 2.2 – Irrigação

Dentro do foco empresarial do agronegócio, a irrigação é uma estratégia para elevar a rentabilidade da propriedade agrícola por meio do aumento da produção e da produtividade, de forma sustentável (preservando o meio ambiente) e com geração de emprego e renda, com enfoque nas cadeias produtivas (Bernardo et al, 2005).

Nos Tabuleiros Costeiros, a técnica da irrigação assume importância fundamental para o cultivo da banana devido à má distribuição das chuvas e à baixa capacidade de retenção de água dos solos, destacando-se a importância da utilização de um sistema adequado de irrigação, associado à prática de cobertura morta com resíduos de bananeira como estratégia para garantir o suprimento de água às plantas (Souza e Neto, 2003).

### 2.2.1 – Necessidade hídrica da bananeira

A necessidade hídrica das culturas corresponde à quantidade de água que passa à atmosfera em forma de vapor, pela evaporação do solo e transpiração das plantas, mais a quantidade de água que é incorporada à massa verde. Essa quantidade que é retida pela planta denominada de água de constituição, é muito pequena em relação a água evaporada e transpirada (Gomes, 1994).

A necessidade hídrica depende das condições edafoclimáticas da região, do sistema de irrigação e da eficiência de aplicação da água. Ela pode ser medida por meio da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), pela equação  $ET_{pc} = K_c \times ET_o$ , em que  $ET_{pc}$  é a evapotranspiração potencial da cultura e  $K_c$  é o coeficiente da cultura (Hernandez et al., 1987).

A água necessária para a irrigação é a quantidade de água requerida pela cultura, em determinado período de tempo, de modo a não limitar seu crescimento e sua produção, nas condições climáticas locais; a determinação da quantidade de água necessária a uma cultura é o mais importante parâmetro para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação (Bernardo, 1995). Em geral, para a cultura da banana, o consumo anual varia entre 1200 a 1800 mm, ou 100 a 150 mm/mês, com essa variabilidade decorrente das diferentes condições de clima, solo, métodos e do manejo de irrigação utilizado (Lima e Meireles, 1986).

Grande parte das regiões em que é cultivada a banana, o nível de precipitação é insuficiente para o crescimento e desenvolvimento satisfatório das plantas, cuja consequência é a queda da quantidade e qualidade dos frutos produzidos (Oliveira, 1999).

A bananeira requer grande quantidade e permanente disponibilidade de umidade no solo. Em regiões ou zonas produtoras com estação seca prolongada, faz-se necessário

o uso de irrigação suplementar (Alves, 1994). O consumo de água pela planta é elevado e constante, em função de sua morfologia e da hidratação de seus tecidos. As maiores produções estão associadas a uma precipitação total anual de 1900 mm, bem distribuída no decorrer do ano, ou seja, a uma deficiência hídrica anual de 0,0mm, que corresponde à ausência de estação seca. Quando a deficiência hídrica anual, com base no balanço hídrico, é superior a 80 mm, a cultura não se desenvolve satisfatoriamente, afetando, conseqüentemente, a produção, a produtividade e a qualidade do produto (Brunini, 1984). Para a região dos Tabuleiros Costeiros, recomenda-se a aplicação, nos plantios adultos, de 60% da água evaporada no tanque classe "A", o que equivale a 1.200 mm anuais (Oliveira et al., 2000).

A bananeira, pelas particularidades de sua constituição, tem acima de 90% de água em sua parte vegetativa e cerca de 75% nos frutos e é altamente exigente em água. Em níveis deficientes, poderá ocorrer significativa redução na produtividade e qualidade dos frutos e alongamento do ciclo. Déficit hídrico no período vegetativo afeta a taxa de desenvolvimento foliar que influencia o número de flores e, conseqüentemente, o número de pencas e a produção de frutos. Já o déficit no florescimento afeta o tamanho e qualidade do fruto; a redução da área foliar afeta o engordamento dos frutos e em déficit severo, a planta chega a perder a parte aérea, persistindo o rizoma vivo até um certo limite de seca (Marinato, 1980). No entanto, as bananeiras não suportam encharcamento por mais de um dia, por causar asfixia no seu sistema radicular e a conseqüente redução de sua capacidade de absorção de nutrientes (Oliveira, 1999).

### 2.2.2 – Sistema de irrigação

A sustentabilidade da agricultura irrigada necessita de programas bem elaborados de pesquisas que envolvam produtividade e rentabilidade com eficiência no uso da água, eficiência no uso da energia, eficiência no uso de insumos e respeito ao meio ambiente (Bernardo et al., 2005). Os sistemas de irrigação localizados são bastante utilizados onde a água é fator limitante, tanto pelo seu custo quanto pela sua quantidade e qualidade, devendo os agricultores maximizar a produtividade por milímetro de água aplicado (Oliveira, 1999).

Para a região dos Tabuleiros Costeiros, em que a água é escassa, os sistemas localizados de microaspersão, gotejamento superficial e gotejamento subsuperficial são

os mais recomendados. Para a microaspersão, deve-se utilizar emissores com vazão superior a 45 l/h, dispostos para quatro plantas, preferencialmente em plantio configurado em fileiras duplas. Esse esquema tem uma série de vantagens, entre as quais: economia de emissores por área irrigada; melhor arranjo espacial das plantas na área, facilitando maior aeração e penetração de luz solar na faixa das entrelinhas, induzindo a emissão dos cachos na direção dessas; e facilidade para os tratos culturais, mesmo durante os eventos de irrigação (Souza e Neto, 2003).

Os sistemas localizados são de maior eficiência no uso da água, pois permitem melhor controle da lâmina de água aplicada, menores perdas por evaporação, percolação e escoamento superficial; e maior uniformidade de distribuição por não serem afetados pelo vento; é maior a eficiência no uso de adubação, possibilitando a fertirrigação, que concentra a aplicação do fertilizante diretamente no bulbo molhado onde se encontra o sistema radicular da planta; maior é a eficiência no controle de pragas e doenças, pois não molham a parte aérea, adaptam-se a diferentes solos e topografias, com maior aproveitamento de áreas para cultivos irrigados e propiciam à cultura maiores produtividades, pois permitem uma frequência de aplicação de água que resulta em menores variações na umidade do solo, principalmente para culturas sensíveis a déficits hídricos (Bernardo, 2005).

A frequência de irrigação nos sistemas localizados normalmente é alta. Ela é definida levando-se em consideração a evapotranspiração da cultura, a capacidade de retenção de água do solo e o volume de solo a ser molhado. Deve ser ajustada para permitir um desenvolvimento radicular profundo, para promover a exploração de maior área de solo e, conseqüentemente, de nutrientes, evitando, ainda, tombamentos de plantas em áreas de ventos fortes (Hernandez et al., 1987).

A irrigação localizada, pelas suas características inerentes de alta uniformidade de aplicação de água e manutenção contínua de ótimos teores no solo, próximo ao sistema radicular, tem sido um dos métodos mais utilizados. Os altos investimentos requeridos na implantação desse sistema poderão, entretanto, não ser compensados se não forem utilizadas técnicas adequadas de manejo de irrigação que visem à racionalização do uso da água e aumento da produtividade (Coelho et al., 1999).

### 2.2.3 – Manejo de irrigação

As fontes hídricas freqüentemente são mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as retiradas são tão elevadas em comparação com a recarga, que a disponibilidade superficial de água está sendo reduzida e os recursos subterrâneos rapidamente esgotados, sendo, portanto, de fundamental importância o uso eficiente dos recursos hídricos, principalmente pela agricultura irrigada, seu principal consumidor (Medeiros et al., 2003).

Um manejo adequado de irrigação, na produção agrícola, deve aplicar água em uma freqüência que evite a deficiência hídrica e em totais suficientes para recuperar o armazenamento de água no solo a uma profundidade dependente das condições locais (Azevedo e Rocha, 2001).

Souza e Neto (2003) recomendam que o manejo da irrigação da bananeira na unidade de paisagem dos Tabuleiros Costeiros seja feito através de tensiômetros. Com a instalação de quatro baterias por hectare, sendo cada uma delas composta de dois tensiômetros entre 0,20 m e 0,40 m de profundidade, com os níveis de tensão de água do solo situando-se entre 25 a 45 kPa, para as camadas superficiais do solo, até 0,25 m de profundidade, e entre 35 a 50 kPa para profundidade próxima de 0,40 m, considerando que os solos nessa unidade de paisagem, em sua maioria, são arenosos e com baixa retenção de água.

Entende-se por manejo da irrigação o conjunto de ações implementadas com o objetivo de conseguir o melhor relacionamento possível entre água-solo-planta-clima. Essas ações dizem respeito à freqüência da irrigação, à quantidade de água aplicada por rega e ao volume de solo a ser irrigado de modo que atenda às necessidades hídricas da planta. Para a bananeira adulta, a quantidade de água aplicada em cada rega deve atingir a faixa de 40 cm a 60 cm de profundidade, onde se encontram as radículas responsáveis pela absorção de água e de nutrientes (Oliveira et al., 2000).

### 2.3 – Nutrição 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 agrônômico praticado na cultura, como a adubação (Silva et al, 2003). Segundo Lopez 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 curto período de tempo.

A bananeira é uma planta de crescimento rápido que requer, para o seu desenvolvimento e produção, quantidades adequadas de nutrientes disponíveis no solo. Embora parte das necessidades nutricionais possa ser suprida pelo próprio solo e pelos resíduos das colheitas, na maioria das vezes é necessário aplicar calcário e fertilizantes químicos e orgânicos para a obtenção de produções economicamente rentáveis (Borges, 2004). Segundo Lahav e Turner (1983), os nutrientes minerais necessários à bananeira podem ser apenas parcialmente supridos a partir das reservas do solo.

A bananeira é muito exigente em nutrientes, principalmente N e K, não somente porque os solos da maioria das regiões produtoras são pobres nesses elementos, mas também pela elevada quantidade absorvida e exportada desses nutrientes pelos frutos, a qual, quando não repostas no solo, pode provocar declínio na produtividade e na qualidade dos frutos (Borges e Oliveira, 1997; Sousa et al, 2004).

O cultivo da banana demanda grandes quantidades de nutrientes para manter um bom desenvolvimento e obtenção de altos rendimentos. Os nutrientes nitrogênio e potássio e, em menor intensidade, o cálcio e o magnésio, são considerados mais importantes para o crescimento e produção da bananeira, destacando-se, em seqüência e menor grau de importância, os nutrientes fósforo e enxofre (López, 1994).

A bananeira é uma planta exigente em nutrientes, e a interação entre estes tem sido bastante estudada, podendo ser positiva (sinergismo) e negativa (antagonismo). Quando o aumento no fornecimento de um íon resulta na diminuição da absorção de outro íon, ocorre o antagonismo. O inverso é chamado sinergismo. Em bananeira, as interações mais estudadas são entre potássio, cálcio e magnésio, mas outros antagonismos e sinergismos têm sido relatados, como aqueles envolvendo nitrogênio e potássio e potássio e sódio (Borges, 2004).

No Brasil, estudos realizados por Gallo et al. (1972) com uma cultivar do grupo AAA, mostram o acúmulo de macro e micronutrientes na planta na seguinte ordem decrescente de absorção  $K > Cl > N > Ca > Mg > P > S > Mn > Fe > B > Zn > Cu > Mo$ . Segundo Lahav e Turner (1983), em ordem decrescente, a bananeira absorve os seguintes nutrientes:  $K > N > Ca > Mg > S > P > Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu$ . Borges e Silva (1995), avaliando a extração dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg na bananeira, obtiveram a seguinte ordem decrescente de absorção pela planta:  $K > N > Ca > Mg > P$ , e quanto à absorção dos nutrientes pelo fruto, a ordem foi  $K > N > Mg > Ca > P$ .

Os nutrientes são fornecidos à bananeira pelo solo, pelos fertilizantes e pelos resíduos da própria cultura. No entanto, além da exportação, através da absorção pela planta de nutrientes, ocorrem perdas por lixiviação, volatilização e erosão, com intensidades que vão depender, principalmente, das condições físicas e químicas do solo e do regime pluviométrico. As necessidades de adubação mineral são elevadas devido às altas quantidades de nutrientes exportados na colheita de cachos de banana. A necessidade de aplicação de nutrientes para a variedade plantada depende do seu potencial produtivo, do estado fitossanitário e, principalmente, do balanço de nutrientes no solo e do sistema radicular, que interferirá em sua absorção (Borges, 2004).

### 2.3.1 – Nitrogênio

O nitrogênio tem função estrutural na planta, pois faz parte de moléculas de aminoácidos e proteínas, além de ser constituinte de bases nitrogenadas e ácidos nucléicos. Participa, ainda, de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Epstein e Bloom, 2006). Esse nutriente é extremamente importante para o crescimento vegetativo da planta e é responsável pelo aumento de número de pencas e pela emissão e crescimento dos rebentos, aumentando consideravelmente a quantidade total de matéria seca (Borges et al., 1999).

Brasil et al. (2000), estudando adubação nitrogenada e potássica em bananeira, observaram que até os 240 dias de plantio, apenas o N influenciou a circunferência do pseudocaule e altura da planta. Silva et al. (2000), trabalhando com adubação nitrogenada na cultivar Terra, observaram que, no primeiro ciclo da cultura, a adubação nitrogenada influenciou a altura da planta, o número de frutos por cacho e diâmetro médio dos frutos, sendo obtida a maior produtividade com  $231 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N.

O nitrogênio, depois do potássio, é o elemento mais exigido pela bananeira (Silva et al., 2003). Ele é mais importante no início do desenvolvimento da planta até a emissão da inflorescência; além disso, influencia não somente o número de frutos e de pencas por cacho, como também o desenvolvimento radicular quando associado ao potássio (Gomes, 1988).

A carência de nitrogênio em bananeiras é expressa por uma clorose generalizada, acentuada nas folhas velhas. É observada, também, uma coloração verde-amarelo-pálida dos limbos e verde-amarelado-rosada dos pecíolos e bainhas. O crescimento da planta fica fortemente retardado, ocorre um engasgamento e modificação do arranjo foliar. O

tronco fica fino, os pecíolos delgados e comprimidos, enquanto as folhas ficam pequenas e com uma vida mais curta, tendo grande influência no rendimento da planta (Borges et al., 1999).

Nas regiões produtoras de bananas do mundo, as doses usadas são muito variáveis. Em Israel e na Austrália, são empregados 110 a 600 kg de N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. As doses usadas na América Latina e no Caribe variam de 160 a 300 kg de N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. No Brasil, as recomendações variam de 90 a 350 kg de N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, dependendo da textura do solo, do teor de matéria orgânica e do manejo adotado. Em geral, solos mais argilosos e com maior teor de matéria orgânica requerem menores quantidades de nitrogênio (Borges e Oliveira, 2000).

### 2.3.2 – Potássio

O potássio está presente na planta, na forma iônica, não tendo função estrutural. Atua como ativador enzimático e participa de processos como abertura e fechamento de estômatos, fotossíntese, transporte de carboidratos e respiração (Malavolta et al., 1989). O potássio é considerado o mais importante na nutrição da bananeira, pois é encontrado em alta quantidade na planta, sendo importante na translocação de fotoassimilados, no balanço de água, na produção de cachos e pencas e na qualidade, pelo aumento dos teores de sólidos solúveis totais e açúcares, e decréscimo na acidez da polpa e resistência dos frutos (Borges et al., 1999). Corresponde a aproximadamente, 62% do total de macronutrientes e 41% do total de nutrientes da planta, sendo que 35% do potássio total absorvido é exportado pelos frutos (Borges e Oliveira, 2000).

A bananeira requer potássio em quantidade superior ao nitrogênio, e sua deficiência limita o número de folhas verdes e o desenvolvimento da planta. Para que os bananais tenham alto rendimento é necessário um balanceamento adequado de N/P/K, estabelecido em 9/2/35, como apropriado para todos os estágios de desenvolvimento do grupo AAA, sendo o N especialmente importante durante os três primeiros meses de vida (Warner e Fox, 1977). Na fase de floração à colheita, a absorção de nitrogênio e potássio diminui e a de fósforo é mínima, ocorrendo uma maior redistribuição (Martin-Prével e Montagut, 1966).

Na deficiência de potássio na bananeira, as folhas apresentam-se com um amarelecimento intenso sobre a totalidade de sua superfície, começando pelas folhas mais velhas. Inicialmente, a clorose é de cor amarelo-ouro, depois alaranjada, quase

uniforme, ganhando a totalidade do limbo em dois ou três dias, seguido de completo murchamento, que atinge as folhas cada vez mais jovens. Em carência grave, a bananeira pode perder toda a sua superfície foliar. Os cachos e frutos ficam raquíticos e de má qualidade (Borges et al., 1999). A deficiência de potássio caracteriza-se pelo amarelecimento rápido e murchamento precoce das folhas mais velhas, o limbo dobra-se na ponta da folha, apresentando aspecto encarquilhado e seco (Borges e Oliveira, 2000).

As quantidades de potássio recomendadas nas adubações em regiões produtoras de bananas do mundo variam de 228 kg a 1.600 kg de  $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ . No Brasil, variam de zero a 625 kg  $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ , dependendo dos teores no solo. No entanto, respostas até 1.600 kg de  $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$  foram obtidas em áreas irrigadas do norte de Minas Gerais, devendo-se considerar o preço do insumo e dos frutos de banana (Borges e Oliveira, 2000).

#### 2.4 - Fertirrigação

Fertirrigação corresponde à aplicação dos fertilizantes de que os cultivos necessitam, junto com a água, aproveitando-se os sistemas de irrigação como meio para distribuição dos elementos nutritivos. Para isso, utiliza-se a água como veículo, com os elementos nela dissolvidos. Com essa prática, o que se faz é irrigar com uma solução nutritiva, de forma contínua ou intermitente. Naturalmente, nem todos os tipos de irrigação permitem realizar a fertirrigação, já que a exigência principal é obter a máxima uniformidade na aplicação do fertilizante e da água (Vivancos, 1993).

A fertirrigação é uma prática empregada na agricultura irrigada, constituindo-se no meio mais eficiente de nutrição, pois combina dois fatores essenciais para o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas: água e nutrientes. Essa prática se adapta mais aos sistemas de irrigação localizada, uma vez que aproveita as características próprias do método, tais como baixa pressão, alta frequência de irrigação e possibilidade de aplicação da solução na zona radicular, tornando mais eficiente o uso de fertilizantes (Borges, 2004).

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação deve obedecer a alguns critérios, como: os fertilizantes devem ter alta solubilidade em água; os fertilizantes devem ser compatíveis com os sais existentes na água de irrigação e não deve haver reações químicas entre fertilizantes nas misturas, de modo a formar precipitados na

solução (Coelho, 1999). Os fertilizantes ricos em nitrogênio, potássio e os micronutrientes são, geralmente, solúveis em água e não apresentam problemas de uso. Já os fertilizantes fosfatados por serem na sua maioria insolúveis em água e por apresentarem disponibilidade lenta quando aplicados no solo são mais problemáticos para serem utilizados via fertirrigação. Embora existam alguns fertilizantes fosfatados solúveis, como o fosfato de amônio e o fosfato de potássio, alguns apresentam perigo de serem utilizados em água de irrigação com elevado teor de cálcio, visto que pode sofrer precipitação formando o fosfato de cálcio, levando a obstruções de tubulações e emissores do sistema de irrigação (Pinto, 1999).

A aplicação de produtos contendo cálcio deve ser evitada, em razão de o cálcio poder formar precipitados. Seu uso deverá apenas se restringir quando os solos forem muito ácidos ou com alto teor de sódio. O nitrato de cálcio, como fonte de cálcio, é o adubo mais solúvel em água, mas o cloreto de cálcio também pode ser utilizado (Pinto, 1999). Antes de se aplicar um produto à solução, deve-se verificar o pH e ter cuidado de fazer sua correção, elevando-o ou diminuindo-o, para manter essa solução em níveis adequados de uso (Hernandez et al., 1987).

Nem todos os fertilizantes são mutuamente compatíveis e podem ser aplicados juntos via água de irrigação. Por exemplo: a mistura de sulfato de amônio e cloreto de potássio reduz, significativamente, a solubilidade do fertilizante no tanque. A aplicação de cálcio na água rica em bicarbonato forma precipitados de carbonato de cálcio que leva à obstrução dos emissores do sistema de irrigação e dos filtros. A injeção do cloreto de potássio aumenta a salinidade da água de irrigação e pode levar a problemas de toxicidade nas culturas (Montag e Shnek, 1998).

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 – Descrição da área

##### 3.1.1 - Local:

O estudo foi realizado na Estação Experimental Campus Rural do Departamento de Engenharia Agrônômica, da Universidade Federal de Sergipe – UFS, localizado na porção central da região fisiográfica do Litoral do Estado de Sergipe, a 15 km de Aracaju, nas coordenadas geográficas de 10° 55' 27" de latitude sul e 37° 12' 01" de longitude oeste, com uma altitude de 46 metros.

##### 3.1.2 - Solo:

O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, com relevo plano a suavemente ondulado, caracterizado pela Unidade de Paisagem dos Tabuleiros Costeiros. Os valores de pH e os teores de potássio, matéria orgânica, cálcio e magnésio no início do experimento estão contidos na Tabela 1.

Tabela 1. Dados médios da análise do solo, no início do experimento, para os diferentes tratamentos, na profundidade 0-0,20 m. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Tratamento	pH	Matéria Orgânica (dag.kg <sup>-1</sup> )	Cálcio	Magnésio	Potássio
	H <sub>2</sub> O (1:2,5)				
1	5,4	1,84	9,23	5,95	0,22
2	5,6	1,90	8,03	4,60	0,34
3	5,4	1,92	10,00	5,50	1,04
4	5,4	2,21	8,35	5,35	0,66
5	5,3	1,87	7,35	4,05	0,29
6	5,4	1,77	7,73	3,68	0,44
7	5,4	1,91	7,28	4,48	0,71
8	5,4	1,89	8,25	3,88	0,68
9	5,3	1,89	8,80	4,38	0,73
10	5,3	1,90	6,63	3,55	0,25
11	5,1	1,59	4,70	3,15	0,23
12	4,8	1,96	4,87	2,93	0,33
13	5,0	1,76	3,63	2,63	0,16
14	5,2	2,01	7,20	4,10	0,24
15	4,5	2,00	3,60	2,75	0,29
16	4,9	1,93	4,83	3,33	0,37

### 3.1.3 - Clima:

A região tem clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As, tropical chuvoso, temperatura média anual de 25,2°C, com verão seco e precipitação pluviométrica média anual de 1.300 mm, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

### 3.2 – Tratamentos e delineamento estatístico

Foram estudados dois fatores: Nitrogênio e Potássio, em quatro níveis, sendo: Nitrogênio (0; 117; 235 e 352 em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) na forma de uréia e Potássio (0; 157; 313 e 470, em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) na forma de cloreto de potássio. O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, resultando em 16 tratamentos (T1 = N1:K1; T2 = N1:K2; T3 = N1:K3; T4 = N1:K4; T5 = N2:K1; T6 = N2:K2; T7 = N2:K3; T8 = N2:K4; T9 = N3:K1; T10 = N3:K2; T11 = N3:K3; T12 = N3:K4; T13 = N4:K1; T14 = N4:K2; T15 = N4:K3; T16 = N4:K4) com quatro repetições, totalizando 64 parcelas. O experimento ocupou uma área total de 12.000  $\text{m}^2$  cultivados com banana cultivar Prata Anã. A parcela foi composta de oito plantas úteis, com área de 40  $\text{m}^2$ , sendo a área total da parcela de 112  $\text{m}^2$ .

### 3.3 – Cultivar

A cultivar estudada é a Prata-anã, proveniente da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no município de Cruz das Almas - BA.

### 3.4 – Condução do experimento

#### 3.4.1 - Plantio

Previamente ao plantio, foram coletadas amostras de solo para análises físicas e químicas da área experimental para se estimar e efetuar as adubações de fundação e aplicação de corretivo, conforme necessidades e considerando-se as recomendações de Borges et al. (1997). Logo após, realizou-se o plantio em fileira dupla no espaçamento

de 3,0 m x 2,0 m x 2,0 m. As plantas analisadas correspondem às bananeiras do segundo ciclo da cultura, com o início do estudo após a emissão dos cachos do primeiro ciclo.

#### 3.4.2 - Tratos culturais

Durante a condução do experimento, foram realizados desbastes, ou seja, a retirada dos “filhotes” mais jovens, mantendo-se apenas duas plantas por cova, sendo uma filha (planta do estudo em questão, proveniente de uma planta “mãe” na qual foi feita a colheita dos frutos, correspondendo ao primeiro ciclo) e uma “neta”, evitando-se competição por água e nutrientes. A planta “filha” e a “neta” foram selecionadas, cujo desenvolvimento foi permitido quando a planta anterior emitia a inflorescência. O controle de invasores foi realizado através de herbicida e de roçagem.

O cultivo foi irrigado por sistema de microaspersão, tendo os microaspersores uma vazão de 70 l/h. As lâminas de irrigação foram determinadas através do uso do Tanque Classe A e de acordo com as necessidades hídricas da cultura, adotando-se o Kc para cada estágio de desenvolvimento da bananeira (Coelho et al., 2000). O manejo da irrigação foi realizado através do acompanhamento do teor de umidade do solo, utilizando-se de tensiômetros e através dos dados da estação meteorológica existente no local do estudo.

As fertirrigações foram realizadas em uma frequência mensal ao longo do ciclo fenológico da cultura, com uréia como fonte de nitrogênio e o cloreto de potássio branco como fonte de potássio. Na ocasião das fertirrigações, foi monitorada a concentração dos sais na água, na saída dos emissores, analisando-se a sua condutividade elétrica (CE), com uso de condutivímetro portátil, parâmetro este utilizado para indicar o término da aplicação dos fertilizantes. Media-se condutividade elétrica da água antes do início e depois da fertirrigação

#### 3.5 – Características avaliadas:

##### Comprimento do pseudocaule

O pseudocaule foi mensurado utilizando-se de trena métrica graduada em centímetros, medindo-se a distância entre o colo da planta até o ponto de inserção do limbo da terceira folha mais nova. As medidas foram tomadas em oito plantas por parcela. A avaliação foi realizada em duas ocasiões: a primeira quatro meses após a

conclusão da colheita do 1º ciclo de produção e a segunda na ocasião da colheita do segundo ciclo.

#### Diâmetro do pseudocaule

O diâmetro do pseudocaule da planta foi mensurado nas mesmas plantas e na ocasião da primeira avaliação do comprimento do pseudocaule, após quatro meses da conclusão da colheita do 1º ciclo de produção. O diâmetro foi medido a uma altura de 30cm do colo da planta.

#### Número de folhas

O número de folhas das plantas foi obtido nas mesmas plantas e nas mesmas ocasiões das avaliações do comprimento do pseudocaule, consistindo na contagem de folhas abertas que apresentavam ainda parte do limbo verde.

#### Peso do pseudocaule na colheita

O peso do pseudocaule foi mensurado logo após a colheita do cacho. O pseudocaule foi cortado à altura de 30 cm do solo e, posteriormente, pesado.

#### Produção e componentes da produção

À medida que os cachos foram colhidos, foram registrados os seguintes dados relacionados à produção: massa do cacho; número de frutos por cacho; número de pencas por cacho; número de frutos por penca; massa total de pencas; massa média de pencas, que foi obtida dividindo-se a massa total de pencas pelo número de pencas; massa média do fruto de cada cacho, obtida dividindo-se a massa total das pencas pelo número de frutos. Determinaram-se também os dados relacionados à segunda penca do cacho: massa da penca; número de frutos na penca; massa do fruto médio; diâmetro do fruto médio; comprimento do fruto médio, que foram determinados no fruto localizado na posição mediana da segunda penca do cacho, seguindo recomendações de Moreira (1987).

#### Análise do solo

Após a conclusão da colheita foram coletadas amostras de solo na entre linha da área útil de cada parcela em três repetições, nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m. As amostras foram identificadas e analisadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade

da Universidade Federal de Campina Grande. Determinou-se potássio, matéria orgânica, cálcio, magnésio, pH e condutividade elétrica (Silva et al., 1999). O teor de nitrogênio no solo foi estimado com base na matéria orgânica.

### 3.6 – Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e variância. Na análise da variância e no teste de médias, admitiu-se a probabilidade de 95% ( $F < 0,05$ ), excetuando-se para as variáveis: número de folhas, medida na ocasião da colheita, e peso do cacho, no qual se admitiu a probabilidade de 94% ( $F < 0,06$ ). Utilizou-se dos programas SAEG (UFV, 1997), SISVAR (Ferreira, 2000) e STATISTICA (Stat Soft, 2001). Para as correlações entre as variáveis de crescimento e produção e de produção e as variáveis da segunda penca, utilizou-se o método de Pearson do programa SAEG.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – Efeitos das doses de nitrogênio e potássio no crescimento da bananeira

De acordo com a análise estatística dos dados, contida na Tabela 2, ocorreram diferenças significativas com relação ao comprimento do pseudocaule, mensurado quatro meses após a conclusão do 1º ciclo, para as doses de nitrogênio (0,01 de probabilidade pelo teste F), e para as doses de potássio ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F. No entanto, não houve efeito significativo para a interação N x K (Tabela 2), significando serem isolados os efeitos dos fatores.

O aumento da quantidade de nitrogênio, aplicada durante o 2º ciclo de produção, proporcionou incremento no comprimento do pseudocaule até a dose estimada de 267,87 kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 1), dose esta que contribuiria para o máximo comprimento do pseudocaule, correspondente a 144,26 cm, de acordo com a equação de regressão (modelo quadrático), significativo a 0,01 de probabilidade (Tabela2).

O comprimento do pseudocaule aumentou linearmente com as doses de potássio aplicadas (Figura 2), inferindo-se que em termos de crescimento, as bananeiras continuariam a crescer, caso fosse aumentada a quantidade desse nutriente fornecida às plantas. Com base no modelo linear, estima-se em 3,6% o aumento do comprimento do pseudocaule por incremento da aplicação de 100 kg de K<sub>2</sub>O por hectare.

Pela análise estatística dos dados, referentes ao diâmetro do pseudocaule (Tabela 2), observa-se que ocorreram efeitos significativos para as doses de nitrogênio e de potássio, ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F, mas sem efeito interativo entre N x K.

Tabela 2. Quadrados médios dos fatores envolvidos no experimento, para as variáveis de crescimento estudadas, obtidos a partir da análise de variância e das médias. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		CPc	DPc	NFo	PPcCo	CPcCo	NFoCo
Níveis de N	3	10556,95**	554,5359**	1,6396 <sup>NS</sup>	39,9009*	0,0545*	3,9292**
1º Grau	1	23954,27**	1296,291**	3,1324 <sup>NS</sup>	101,1938**	0,7750*	7,5215**
2º Grau	1	7716,305**	362,2359**	1,7689 <sup>NS</sup>	2,6447 <sup>NS</sup>	0,7156*	2,7972**
3º Grau	1	0,2691 <sup>NS</sup>	5,0803 <sup>NS</sup>	0,0177 <sup>NS</sup>	15,8643 <sup>NS</sup>	0,0146 <sup>NS</sup>	1,4688 <sup>NS</sup>
Níveis de K	3	1159,038*	80,94894**	24,4474**	461,4447**	0,8331**	11,0806**
1º Grau	1	3340,855**	216,7123**	53,7264**	1377,675**	2,4082**	30,4058**
2º Grau	1	12,4080 <sup>NS</sup>	0,0169 <sup>NS</sup>	19,5806**	6,2938 <sup>NS</sup>	0,0272 <sup>NS</sup>	1,7689 <sup>NS</sup>
3º Grau	1	123,8521 <sup>NS</sup>	26,1175 <sup>NS</sup>	0,0353 <sup>NS</sup>	0,3652 <sup>NS</sup>	0,0638 <sup>NS</sup>	1,0672 <sup>NS</sup>
NxK	9	288,8898 <sup>NS</sup>	20,88115 <sup>NS</sup>	1,4231 <sup>NS</sup>	30,0233**	0,0536**	1,2534 <sup>NS</sup>
BLOCO	3	833,24	5,45406	2,9708	19,2710	0,0390	1,9403
RESÍDUO	45	292,8891	17,6344	0,9845	9,8836	0,0158	0,7390
C.V.%		13,833	12,266	11,727	13,438	5,874	20,222
Fatores Envolvidos		Valores médios					
		(cm)	(cm)	(nº)	(kg)	(m)	(nº)
Níveis de N							
<b>N<sub>0</sub></b>		86,7550	25,6938	8,3381	21,6881	2,12	3,6500
<b>N<sub>1</sub></b>		126,1356	34,9813	8,1738	23,2969	2,11	4,1038
<b>N<sub>2</sub></b>		143,2656	38,2506	8,4163	23,0856	2,10	4,8169
<b>N<sub>3</sub></b>		138,7250	38,0219	8,9169	25,5075	2,22	4,4344
Níveis de K							
<b>K<sub>0</sub></b>		115,0894	32,0375	6,6894	16,8900	1,84	3,1025
<b>K<sub>1</sub></b>		118,1825	32,5731	8,5731	21,5319	2,12	4,2825
<b>K<sub>2</sub></b>		128,3775	35,9331	9,4556	25,8844	2,20	4,5525
<b>K<sub>3</sub></b>		133,2319	36,4038	9,1269	29,2719	2,39	5,0675

\*\* , \* e \*\* - Significativos aos níveis de 0,01; 0,05 e 0,06 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

<sup>NS</sup> - Não Significativo.

CPc = Comprimento do pseudocaule; DPc = Diâmetro do pseudocaule; NFo = Número de folhas; PPcCo = Peso do pseudocaule na colheita; CPcCo = Comprimento do pseudocaule na colheita; NFoCo = Número de folhas na colheita.

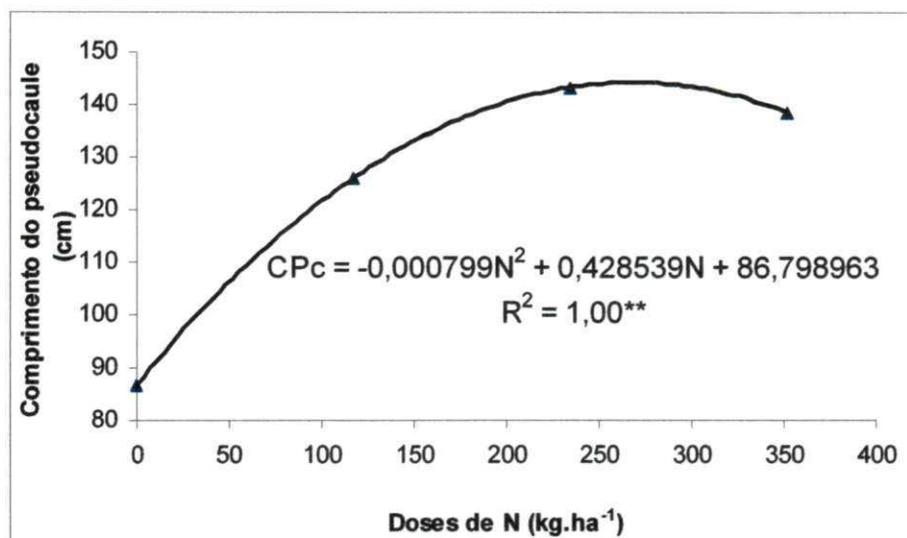


Figura 1. Efeitos das doses de nitrogênio (kg.ha<sup>-1</sup>) no comprimento do pseudocaule da bananeira (cm), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

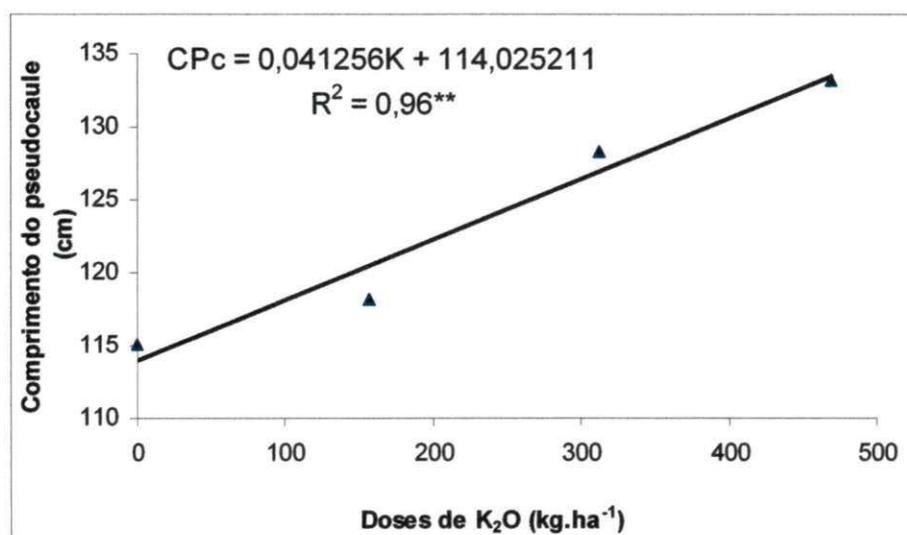


Figura 2. Efeitos das doses de potássio (kg.ha<sup>-1</sup>) no comprimento do pseudocaule da bananeira (cm), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Os efeitos causados pelas doses de nitrogênio no diâmetro do pseudocaule foram de natureza quadrática (Figura 3). Segundo o modelo matemático da equação de regressão, o máximo diâmetro foi 38,92 cm, obtido nas plantas fertirrigadas com 275,14 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

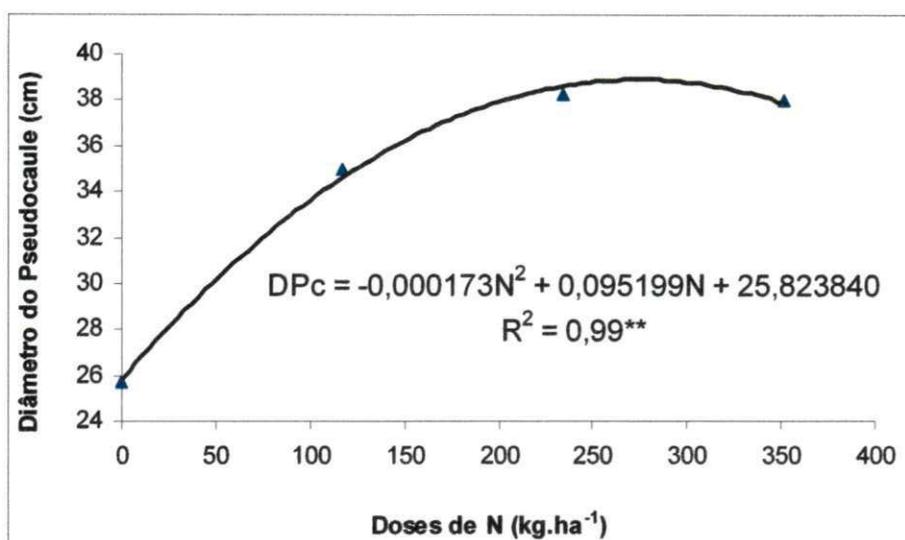


Figura 3. Diâmetro do pseudocaule (cm), em função das doses de nitrogênio (kg.ha<sup>-1</sup>), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Em relação a potássio (Figura 4), da mesma forma como ocorrem para o comprimento do pseudocaule, o diâmetro das plantas cresce linearmente com as quantidades crescentes de aplicação de K<sub>2</sub>O. Com base no modelo linear, estima-se em 3,3% o aumento do diâmetro do pseudocaule por incremento da aplicação de 100 kg de K<sub>2</sub>O por hectare.

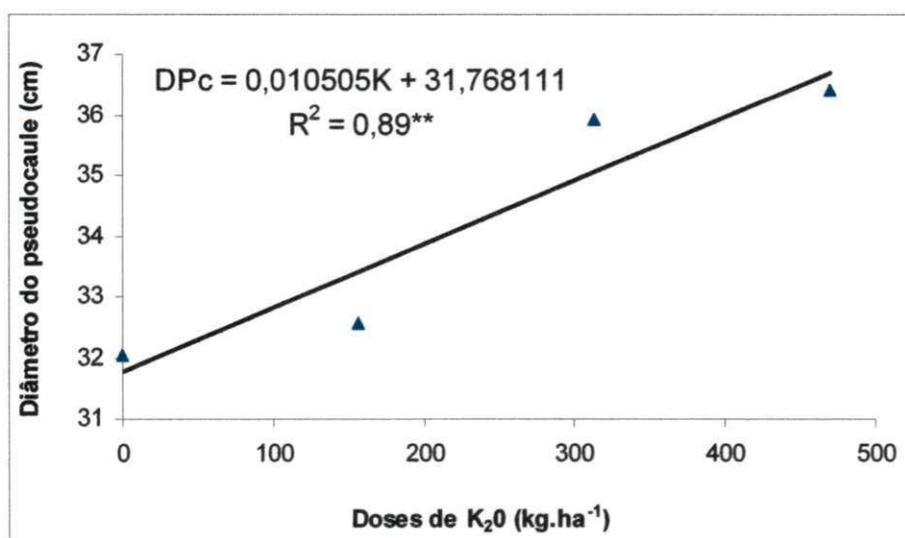


Figura 4. Diâmetro do pseudocaule (cm), em função das doses de potássio (kg.ha<sup>-1</sup>), mensurado quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na análise estatística referente ao número de folhas (Tabela 2), não foram registrados efeitos significativos para as doses de nitrogênio e para a interação N x K, mas ocorreram efeitos significativos para as doses de potássio ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F. O efeito dos níveis de potássio deu-se de forma quadrática (Figura 5), sendo possível estimar-se que com a dose de 351,41 kg.ha<sup>-1</sup>, obter-se-ia o maior número de folhas, correspondente a 9,5 folhas, de acordo com a equação de regressão.

Pela análise estatística, contida na Tabela 2, observa-se que houve efeito significativo no comprimento do pseudocaule na colheita e no peso do pseudocaule na colheita para as doses de nitrogênio e para as doses de potássio, e foi significativa a interação N x K, ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F. Portanto, nessas duas variáveis, o efeito das doses de um nutriente depende da presença do outro.

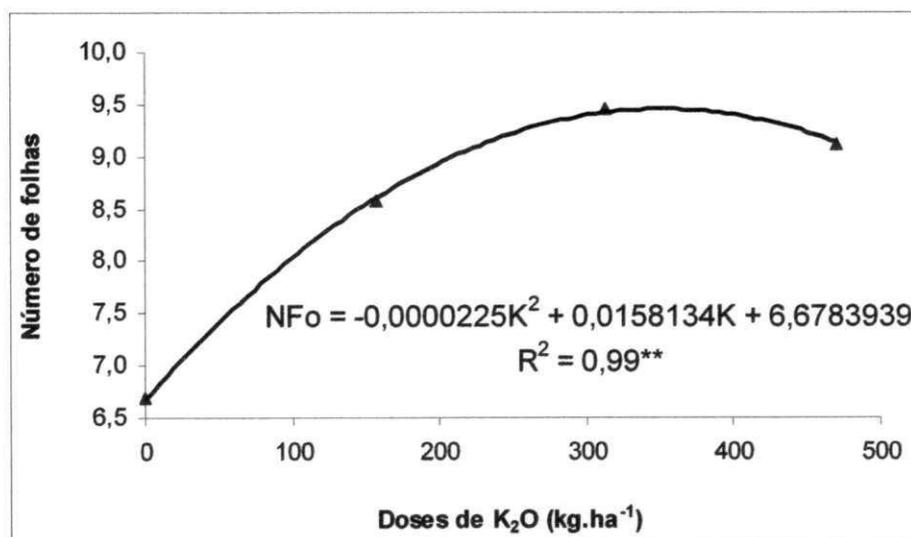


Figura 5. Número de folhas desenvolvidas por planta, segundo as doses aplicadas de K<sub>2</sub>O (kg.ha<sup>-1</sup>), obtida quatro meses após a conclusão da colheita do 1º ciclo. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na Figura 6 está representada, graficamente, a superfície de resposta para o comprimento do pseudocaule por ocasião da colheita, em função das doses de nitrogênio e potássio, bem como a equação de regressão múltipla.

$$Y = 1,90553 - 0,000267949N + 0,00110127K - 0,000000836746 K^2 + 0,00000226741 NK$$

$$R^2 = 0,85^{**}$$

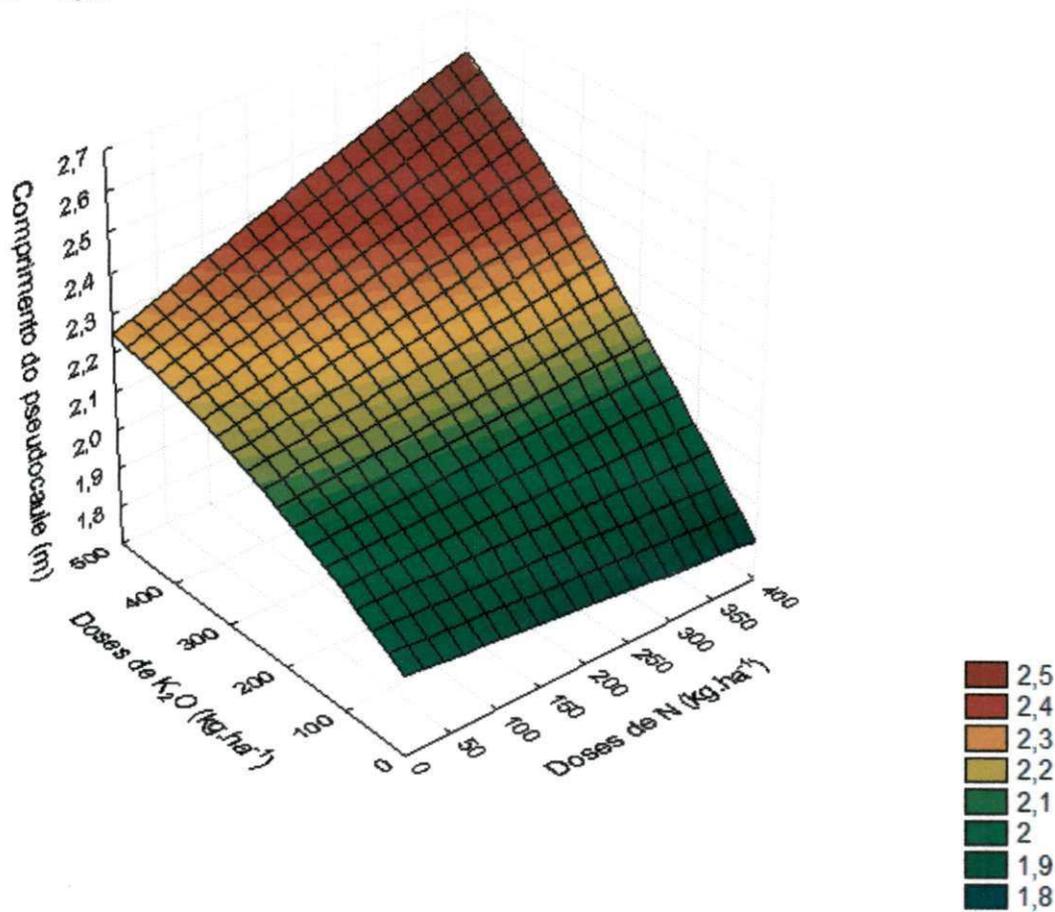


Figura 6. Superfície de resposta para o comprimento do pseudocaule na colheita, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na Figura 7 está representada, graficamente, a superfície de resposta para o peso do pseudocaule por ocasião da colheita, em função das doses de nitrogênio e potássio, bem como a equação de regressão múltipla.

$$Y = 18,0502 - 0,0050164N + 0,0155299K + 0,0000621196NK$$

$$R^2 = 0,90^{**}$$

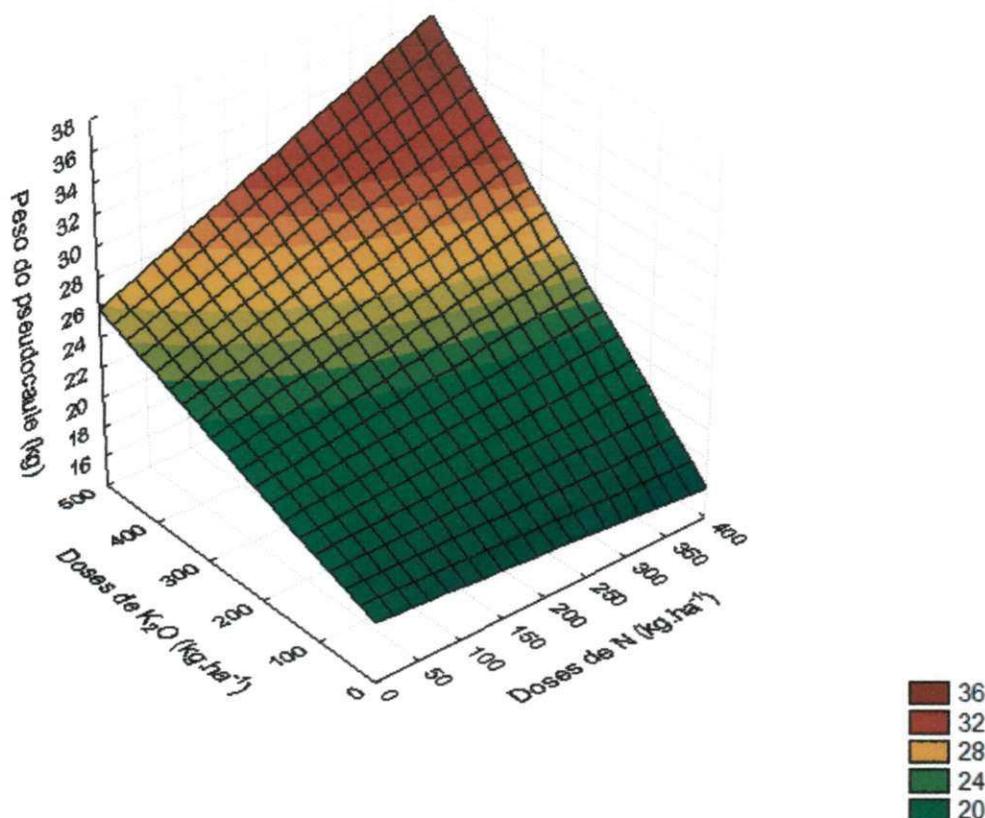


Figura 7. Superfície de resposta para o peso do pseudocaule na colheita, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

As doses de nitrogênio e as de potássio contribuíram para efeitos significativos, no aumento do comprimento, do diâmetro e do peso do pseudocaule. O nitrogênio é extremamente importante no crescimento das plantas, por ser constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos. Segundo Borges et al. (1995), a cultura da banana exige maior quantidade de N nos primeiros meses de desenvolvimento, contribuindo consideravelmente para a produção e acumulação total de matéria seca.

Brasil et al. (2000), estudando os efeitos dos níveis de N e K para as variáveis de crescimento da bananeira (circunferência do pseudocaule e altura de planta), obtiveram efeito significativo para doses de N, destacando a importância do N para o crescimento vegetativo da planta, principalmente nos primeiros meses.

De acordo com a análise estatística, apresentada na Tabela 2, para a variável número de folhas na colheita, ocorreram diferenças significativas para as doses de nitrogênio e de potássio a 0,01 de probabilidade pelo teste F. No entanto, não houve efeito significativo para a interação N x K.

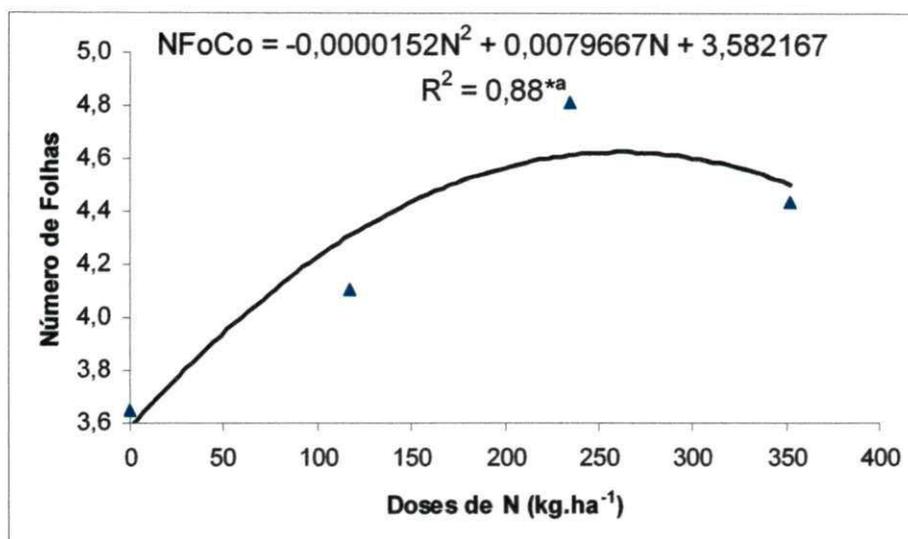


Figura 8. Efeitos dos níveis de nitrogênio (kg.ha<sup>-1</sup>) no número de folhas na colheita. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

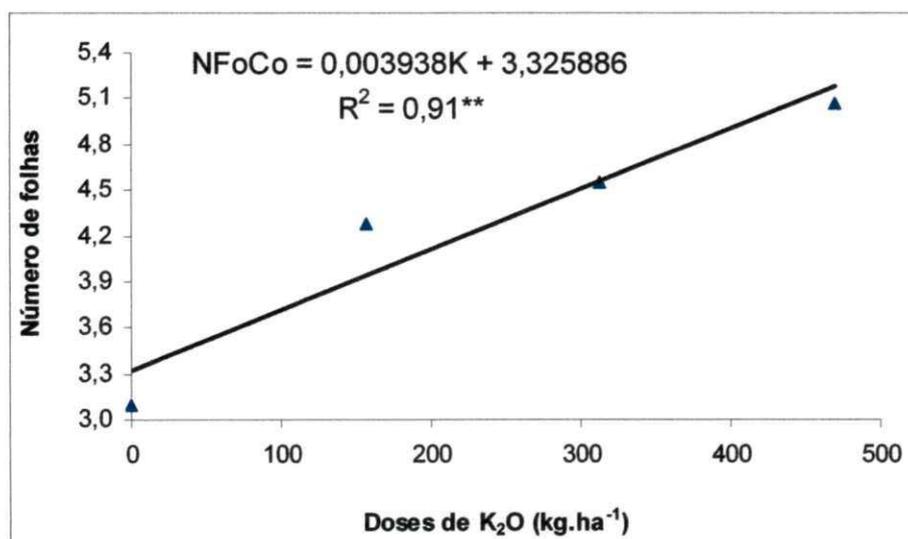


Figura 9. Efeitos das doses de potássio (kg.ha<sup>-1</sup>) no número de folhas na colheita. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Para a variável número de folhas, constatou-se aumento linear (0,01 de probabilidade pelo teste F) para as doses de potássio e quadrático para as de nitrogênio. Nos níveis mais baixos de ambos os nutrientes foi muito reduzido o número de folhas. A deficiência de nitrogênio e potássio na bananeira resulta em sintomas visuais de amarelecimento intenso nas folhas, começando pelas mais velhas, passando à clorose, seguida do completo murchamento do limbo foliar (Borges et al., 1999). Consequentemente, as folhas das plantas que receberam menores doses de nitrogênio e potássio, possivelmente tiveram uma vida útil mais reduzida, em função da menor disponibilidade desses nutrientes para as plantas, contribuindo para uma diminuição no número total de folhas. Segundo Warner e Fox (1977), a bananeira requer o potássio em quantidade superior ao nitrogênio, e sua deficiência limita o número de folhas verdes e o desenvolvimento da planta.

Um outro aspecto a ser abordado, segundo D' Alejandro Vaz (1986), citado por Borges et al. (1999), é que a deficiência de potássio resultaria na diminuição de compostos solúveis de baixo peso molecular, os quais, quando presentes, proporcionam um meio favorável ao desenvolvimento de vários parasitas. Além disso, esse nutriente, por influenciar a atividade de certas enzimas, favorece a estrutura das paredes celulares, aumentando sua resistência mecânica à penetração de patógenos e proporcionando uma cicatrização mais rápida dos tecidos.

#### 4.2 – Efeitos das doses de nitrogênio e potássio na produção da bananeira

Através da análise estatística (Tabela 3), verifica-se que não ocorreu diferença significativa no peso do cacho de banana para doses de nitrogênio. No entanto, para doses de potássio houve efeito significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F. Para a interação N x K, os efeitos foram significativos a 0,06 de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Quadrados médios dos fatores envolvidos no experimento, para as variáveis de produção estudadas, obtidos a partir da análise de variância e das médias. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios						
		PCa	PTPe	PMPe	NPe	NFrCa	NFrPe	PMFr
Níveis de N	3	0,31 <sup>NS</sup>	0,54 <sup>NS</sup>	9946,33 <sup>NS</sup>	0,2802 <sup>NS</sup>	382,90**	4,34**	248,75*
1º Grau	1	0,11 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	6511,44 <sup>NS</sup>	0,6634 <sup>NS</sup>	1131,38**	12,11**	327,04*
2º Grau	1	0,81 <sup>NS</sup>	1,43 <sup>NS</sup>	22338,67 <sup>NS</sup>	0,1733 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	67,24 <sup>NS</sup>
3º Grau	1	0,01 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	988,87 <sup>NS</sup>	0,0038 <sup>NS</sup>	17,30 <sup>NS</sup>	0,14 <sup>NS</sup>	351,96*
Níveis de K	3	34,86**	30,11**	492395,5**	1,8738**	570,41**	1,23 <sup>NS</sup>	4021,00**
1º Grau	1	101,52**	86,96**	1365035,0**	5,3535**	1589,10**	2,88*	11539,45**
2º Grau	1	2,92 <sup>NS</sup>	3,33 <sup>NS</sup>	112046,7**	0,0512 <sup>NS</sup>	59,56 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	520,52*
3º Grau	1	0,12 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	104,55 <sup>NS</sup>	0,2168 <sup>NS</sup>	62,57 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>
NxK	9	2,39**	2,08*	27208,87 <sup>NS</sup>	0,4210 <sup>NS</sup>	133,96 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>	402,63**
BLOCO	3	2,44	2,49	54775,46	0,1198	42,48	0,38	312,06
RESÍDUO	45	1,19	0,97	14330,31	0,2307	85,83	0,68	79,95
C.V.%		15,69	16,12	13,01	7,344	11,56	6,76	12,28
Fatores Envolvidos		Valores médios						
		(kg)	(kg)	(g)	(Nº)	(Nº)	(Nº)	(g)
Níveis de N								
N <sub>0</sub>		7,01	6,22	954,35	6,46	74,79	11,53	77,89
N <sub>1</sub>		6,73	5,89	900,93	6,43	77,66	12,06	69,62
N <sub>2</sub>		6,85	6,03	902,46	6,54	82,82	12,57	73,89
N <sub>3</sub>		7,13	6,30	923,77	6,73	85,61	12,66	69,73
Níveis de K								
K <sub>0</sub>		5,04	4,31	682,03	6,10	72,13	11,80	52,01
K <sub>1</sub>		6,67	5,85	898,62	6,52	80,28	12,27	69,34
K <sub>2</sub>		7,68	6,82	1025,82	6,62	82,08	12,35	81,93
K <sub>3</sub>		8,46	7,46	1075,05	6,93	86,38	12,41	87,85

\*\*; \* e \*\* - Significativos aos níveis de 0,01; 0,05 e 0,06 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

<sup>NS</sup> - Não Significativo.

PCa = Peso do cacho; PTPe = Peso total de pencas; PMPe = Peso médio de pencas; NPe = Número de pencas; NFrCa = Número de frutos por cacho; NFrPe = Número de frutos por penca; PMFr = Peso médio de frutos.

Na Figura 10 consta a superfície de resposta para peso do cacho, em função das doses de nitrogênio e potássio. Utilizando-se da combinação das doses estudadas na equação de regressão, observa-se que a maior produtividade seria obtida na combinação das maiores doses testadas de nitrogênio e potássio, obtendo-se uma produtividade estimada de  $18,4 \text{ t.ha}^{-1}$ , a qual se equivale a obtida por Rodrigues et al. (2002) no 2º ciclo dessa mesma cultivar, correspondendo a  $18,57 \text{ t.ha}^{-1}$ . Como o comportamento foi linear crescente para doses de potássio, não foi possível estimar-se qual seria a combinação das doses de nitrogênio e potássio que contribuiriam para o rendimento máximo. Entretanto, pode-se inferir que seria possível o incremento da produtividade com aumento das doses de potássio.

$$Y = 5,722662 - 0,00257051N + 0,0050278K + 0,0000122353NK$$

$$R^2 = 0,84^{**}$$

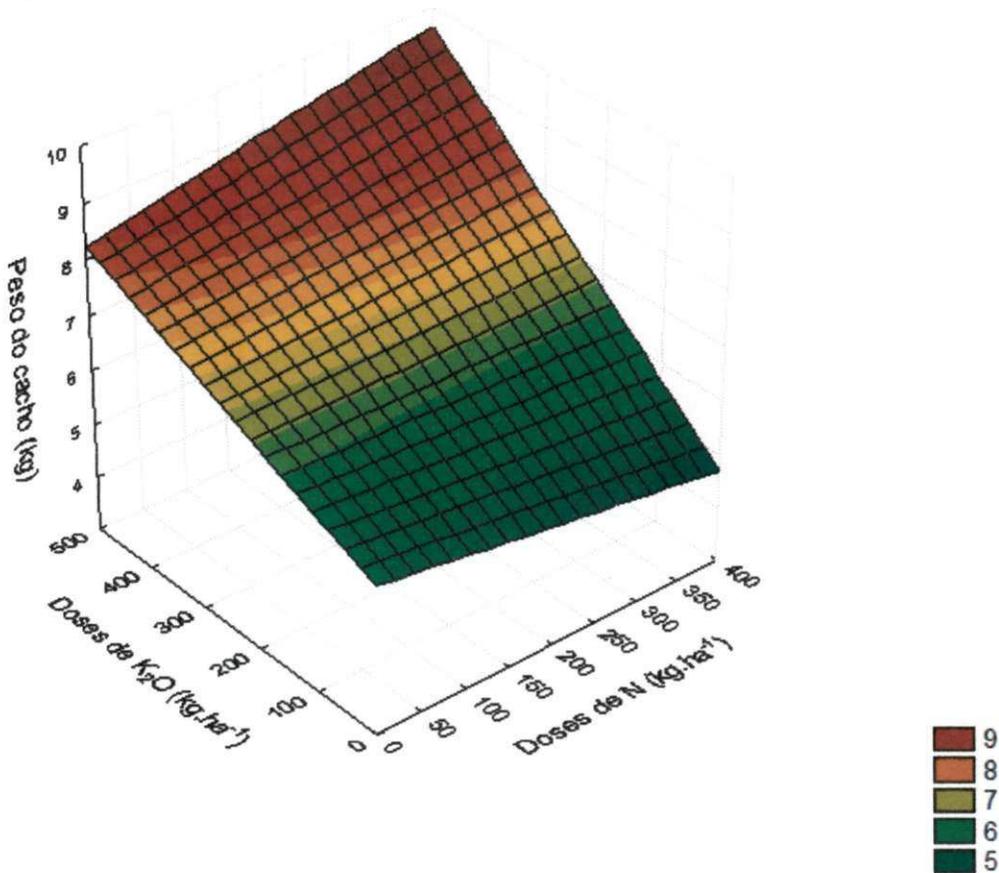


Figura 10. Superfície de resposta para o peso do cacho, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Silva et al. (2003) avaliaram os efeitos de cinco níveis de nitrogênio e potássio na produção da bananeira cv. Prata Anã, observando efeito da aplicação de K sobre a produção de banana apenas no 4º ciclo, sendo obtido rendimento máximo com a aplicação de 962,5 kg de  $K_2O.ha^{-1}$ , com um aumento de 11,2% na produção de banana em relação à testemunha. Brasil et al. (2000) obtiveram produção ótima da bananeira c.v. Pioneira com aplicações de 370 kg e 270 kg de  $K_2O.ha^{-1}$ , obtendo aumentos de produção da ordem de 73% e 39%, no 2º e 3º ciclos, respectivamente. Segundo Borges e Oliveira (2000), o cacho é a parte mais afetada pela falta de potássio na bananeira, uma vez que reduz a produção de matéria seca.

Da análise estatística dos dados (Tabela 3), observa-se que assim como o peso do cacho, as variáveis: peso total de pencas, peso médio de pencas e número de pencas por cacho foram afetadas significativamente, e de forma crescente ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F, pelos níveis de potássio.

A não-significância de nitrogênio sobre as variáveis de produção tem uma explicação no fato de esse nutriente estar diretamente relacionado com o crescimento vegetativo das plantas (Epstein e Bloom, 2006). Encontra-se na literatura, inclusive, referência ao efeito negativo de altas doses de nitrogênio sobre índices de produção de culturas. Silva et al. (2003), avaliando a produção da bananeira cv. Prata Anã, obtiveram redução da produção de banana no 2º e 3º ciclos, com o aumento da dose de N e para o 4º ciclo de produção o aumento da dose de N não influenciou a produção. Ao contrário, Brasil et al. (2000) verificaram que o aumento das doses de N elevou a produção de banana.

Para a variável peso total de pencas houve efeito significativo da interação N x K a 0,05 de probabilidade pelo teste F. Na Figura 11 consta a superfície de resposta para o peso total de pencas, em função de doses de nitrogênio e potássio.

$$Y = 4,7663 - 0,00553375N + 0,0000109120N^2 + 0,00949713K - 0,00000925492K^2 + 0,00000856334NK$$

$$R^2 = 0,85^{**}$$

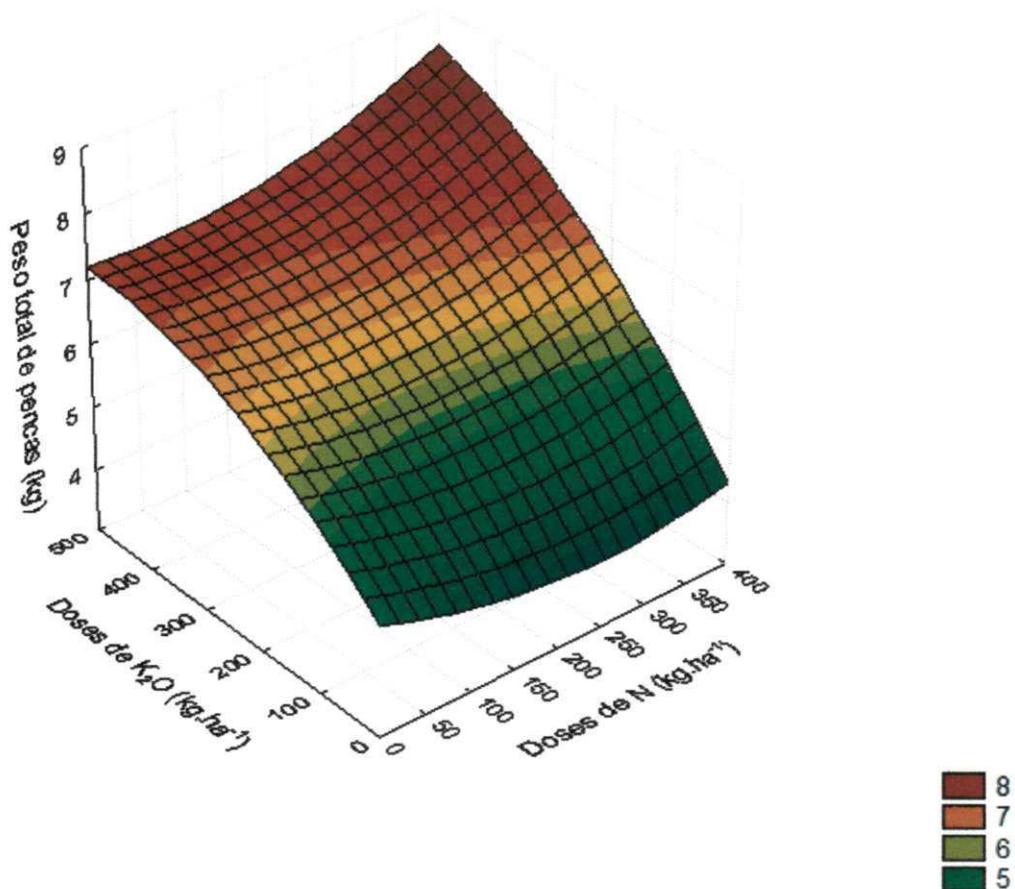


Figura 11. Superfície de resposta para o peso total de peneas, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na Figura 12 estão apresentados, graficamente, os efeitos das doses de potássio no peso médio de peneas, com tendência de comportamento quadrático. Segundo o modelo matemático obtido, o máximo peso médio de peneas foi de 1074,71 g, correspondente à aplicação de 479,89 kg.ha<sup>-1</sup>. Para a interação N x K não houve efeito significativo (Tabela 3).

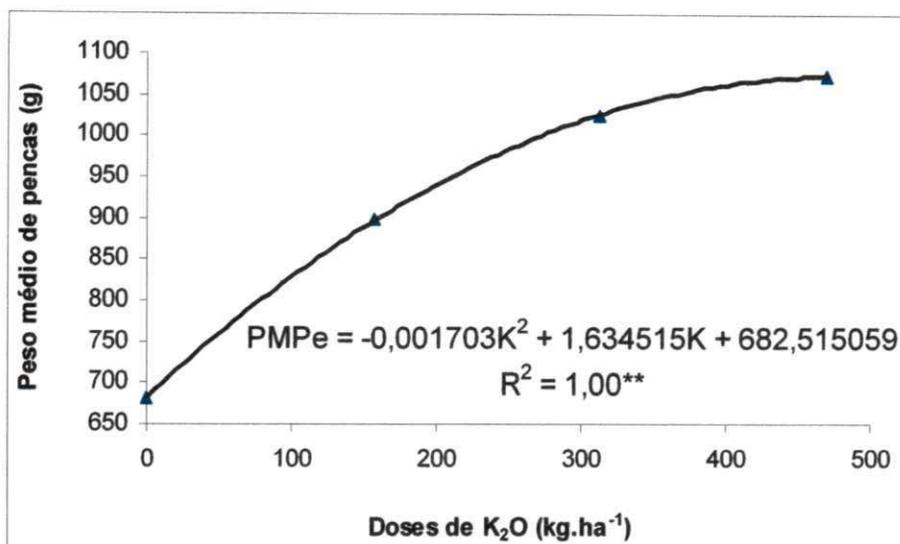


Figura 12. Efeitos dos níveis de potássio ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) no peso médio de pencas (g). São Cristóvão – SE, 2005-2006.

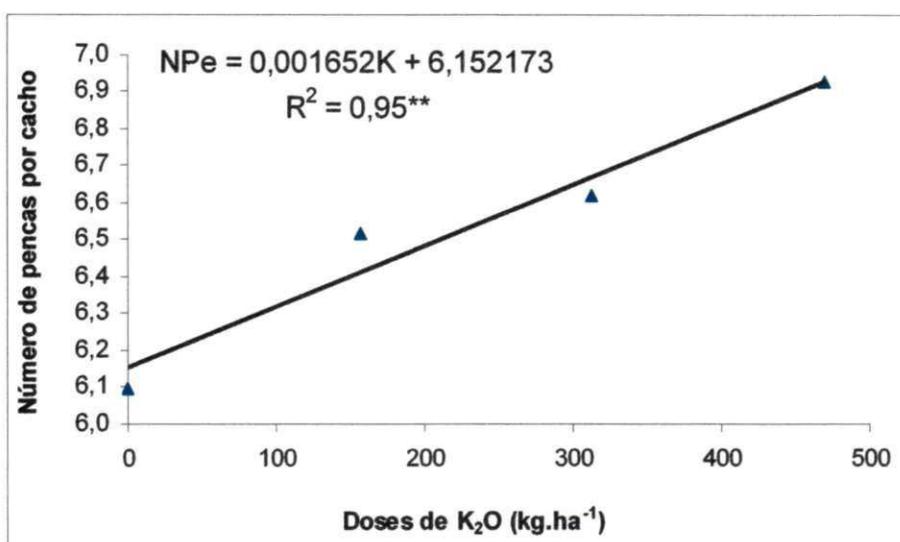


Figura 13. Efeitos dos níveis de potássio ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) no número de pencas por cacho. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na Figura 13 estão expostos os dados e a respectiva equação de regressão para número de pencas por cacho, em função dos níveis de potássio, significativo a 0,01 de probabilidade. Pela equação de regressão, constatou-se variação linear crescente para os níveis de potássio. Estima-se em 2,7% o aumento no número de pencas por cacho por incremento da aplicação de 100 kg de  $K_2O$  por hectare. Não houve efeito significativo para a interação  $N \times K$ .

O número de frutos por cacho foi afetado significativamente pelas doses de nitrogênio e potássio ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F, sem efeito da

interação N x K (Tabela 3). Os efeitos das doses de nitrogênio e de potássio promoveram aumento, de forma linear, no número de frutos por cacho, conforme as Figuras 14 e 15, respectivamente.

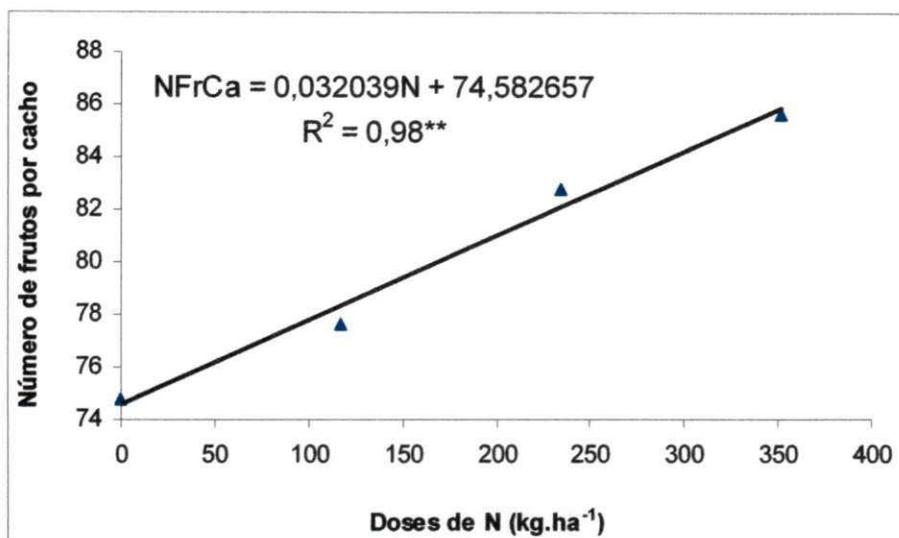


Figura 14. Efeitos dos níveis de nitrogênio (kg.ha<sup>-1</sup>) no número de frutos por cacho. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Para os níveis de nitrogênio, de acordo com o modelo linear crescente, estima-se em 4,3% o aumento do número de frutos por cacho por incremento da aplicação de 100 kg de N por hectare. Para os níveis de potássio, de acordo com o modelo linear crescente, estima-se em 3,9% o aumento no número de frutos por cacho por incremento da aplicação de 100 kg de K<sub>2</sub>O por hectare.

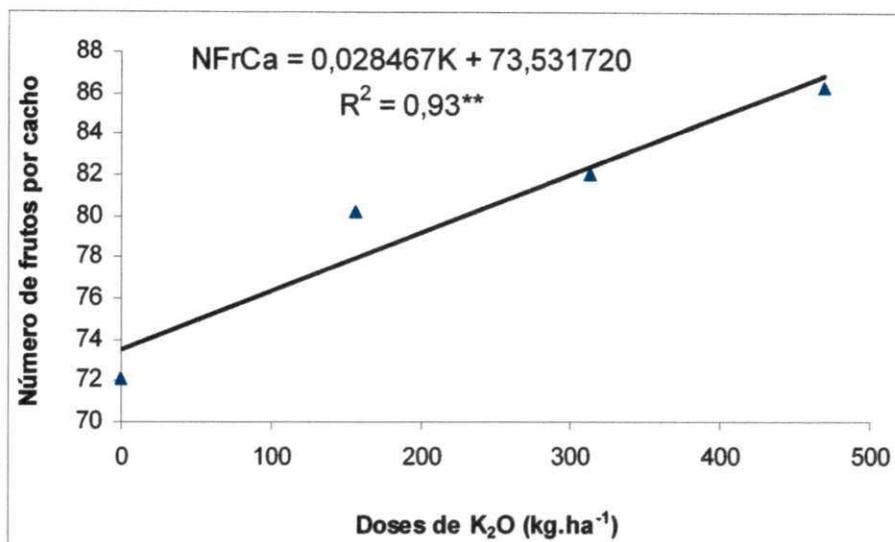


Figura 15. Efeitos dos níveis de potássio ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) no número de frutos por cacho. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Para a variável número de frutos por penca os efeitos foram significativos para as doses de nitrogênio a 0,01 de probabilidade pelo teste F, sem diferenças significativas para a interação N e K, conforme Tabela 3. O potássio afetou significativamente a variável número de frutos por penca a 0,05 de probabilidade pelo teste F (Tabela 2).

Ocorreu aumento linear do número de frutos por penca, em função dos níveis de nitrogênio (Figura 16), com base no modelo matemático obtido. Estima-se em 3,3% o aumento do número de frutos por penca por incremento da aplicação de 100 kg de N por hectare.

Pela Figura 17, observa-se ter sido, também, linear o efeito de potássio sobre o número de frutos por pencas, com base no modelo matemático obtido. Estima-se em 1,0% o aumento do número de frutos por penca por incremento da aplicação de 100 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  por hectare.

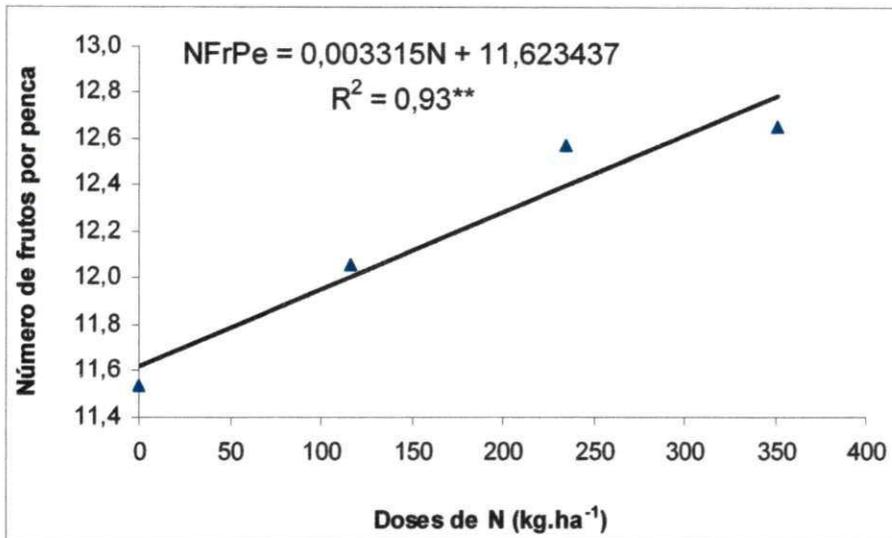


Figura 16. Efeitos dos níveis de nitrogênio (kg.ha<sup>-1</sup>) no número de frutos por penca. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

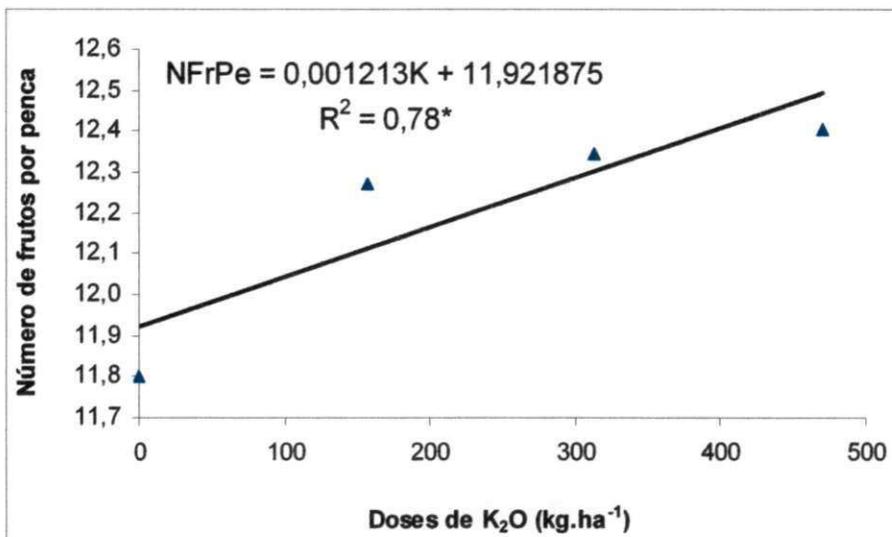


Figura 17. Efeitos dos níveis de potássio (kg.ha<sup>-1</sup>) no número de frutos por penca. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Brasil et al. (2000) obtiveram resultados semelhantes, em que o aumento da dose de N contribuiu tanto para o aumento do número de frutos por cacho quanto para o de número de frutos por penca. Entretanto, apesar de o nitrogênio ter afetado o número de frutos por cacho e o número de frutos por penca, ele não afetou significativamente o peso médio das pencas, o peso total das pencas e o peso do cacho. Dessa forma, podemos concluir que o aumento no número de frutos proporcionado pelo efeito isolado das doses de nitrogênio não contribuiu para o aumento da produtividade.

As doses de nitrogênio afetaram significativamente o peso médio de frutos ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F. E para as doses de potássio e a interação N x K os efeitos foram significativos ao nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F (Tabela 3).

$$Y = 57,7473 - 0,0332316N + 0,119105K - 0,000115699K^2 + 0,0000677309NK$$

$$R^2 = 0,76^{**}$$

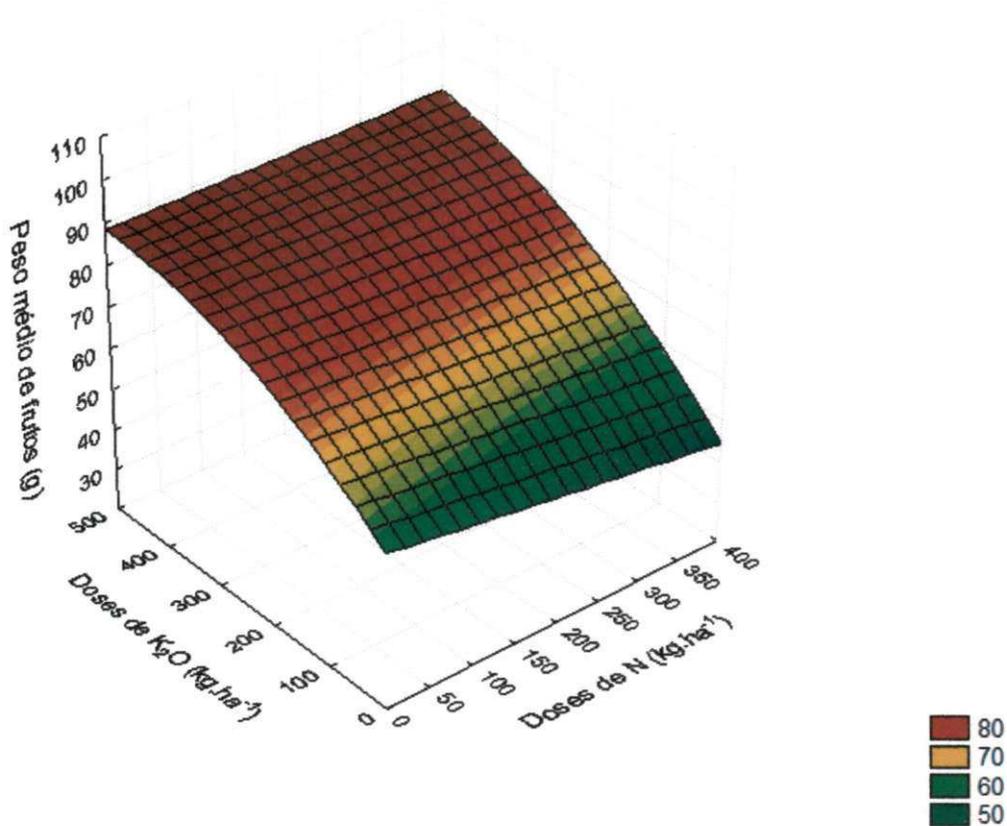


Figura 18. Superfície de resposta para o peso médio de frutos, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na Figura 18 consta a superfície de resposta para o peso médio de frutos, em função de doses de nitrogênio e potássio. Observa-se que o peso médio de frutos foi maior, exatamente, nas maiores doses de potássio aplicadas. O potássio desempenha um importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais e também ativa muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (Lincoln, 2004). Pelos efeitos verificados neste trabalho, constata-se a grande importância do potássio no desenvolvimento e na produção da bananeira Prata Anã.

De acordo com os resultados obtidos por Brasil et al. (2000), que avaliaram a produção da bananeira cultivar Pioneira, no segundo ciclo, a adição de doses de K

proporcionou aumentos de forma quadrática em relação a peso de cacho, peso total de pencas por cacho e peso médio de pencas, enquanto que nas variáveis número de pencas por cacho e número de frutos por cacho a resposta foi linear. Com relação ao efeito do N, a adição do nutriente promoveu aumento linear sobre o peso do cacho, peso total de pencas por cacho, número de pencas por cacho e número de frutos por cacho. Não havendo efeito da interação entre nitrogênio e potássio para nenhuma variável, contrariando os resultados obtidos no presente estudo, já que houve efeito da interação N x K para as variáveis peso do cacho, peso total de pencas por cacho e peso médio de frutos. Entretanto, vale salientar que as doses de potássio e de nitrogênio testadas por Brasil et al. (2000) foram de até 400 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e de até 750 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, doses superiores às avaliadas no estudo em questão. A cultivar avaliada foi a Pioneira, cuja cultura foi implantada em um solo classificado como Latossolo Amarelo. Sousa et al. (2004) obtiveram produtividade máxima da bananeira Grad Naine com a aplicação de 635 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Sabe-se que o nitrogênio e o potássio são fundamentais para o desenvolvimento e produção da bananeira; entretanto, faz-se necessário que as doses a serem aplicadas estejam em equilíbrio, de acordo com as exigências da cultura. A bananeira é uma planta sensível ao desequilíbrio nutricional, e para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos de banana, é importante manter no solo o equilíbrio entre os nutrientes, evitando que ocorra consumo excessivo de um elemento, induzindo deficiência de outro (Gutierrez, 1983) citado por Silva et al. (2003).

O desbalanço entre o nitrogênio e o potássio causa problemas na pós-colheita, haja vista que o baixo suprimento de potássio favorece o acúmulo de nitrogênio amoniacal, que induz o amadurecimento precoce e a produção de frutos magros (Borges, 2004). O excesso de N atrasa a emergência do cacho, o que favorece a produção de cachos fracos e pencas separadas (Borges, 2004). No presente trabalho não foi possível estabelecer as doses de nitrogênio e de potássio que contribuiriam para a máxima produção; contudo ficou evidenciado que as melhores produtividades foram obtidas na combinação das maiores doses de ambos os nutrientes. O potássio foi o nutriente de efeito mais expressivo para a produção da bananeira, o que pode ser comprovado pelo fato de que as menores produtividades foram obtidas exatamente nos tratamentos que não receberam adubação potássica. Nos vários países produtores de banana, as doses de potássio recomendadas variam de 100 a 1200 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e a de nitrogênio, de 100 a 600 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Silva et al, 2003).

A utilização da segunda penca como referência para a análise de parâmetros de produção, com a avaliação de frutos, foi também praticada por diversos autores, entre eles: Guerra et al. (2004), Maia et al. (2003), Souto et al. (2001), Rodrigues et al. (2002) e Santos (1997).

A análise estatística dos dados referentes às variáveis da segunda penca do cacho: peso da penca, números de frutos, diâmetro do fruto médio, comprimento do fruto médio e peso do fruto médio está contida na Tabela 4.

Do resumo da análise estatística dos dados referentes às variáveis da segunda penca do cacho: peso da penca, diâmetro do fruto médio, comprimento do fruto médio e peso do fruto médio (Tabela 4), não houve efeito significativo do nitrogênio para essas variáveis. No entanto, houve efeito significativo para as doses de potássio a 0,01 de probabilidade pelo teste F a todas essas variáveis anteriormente citadas. O efeito das doses de nitrogênio foi significativo somente para o número de frutos da segunda penca ( $p < 0,01$  – pelo teste F).

Da análise estatística referente à segunda penca do cacho, verifica-se que as variáveis: peso da penca, peso do fruto médio, comprimento do fruto médio e número de frutos (Tabela 4) foram afetadas significativamente pela interação N x K.

Na Figura 19, consta a superfície de resposta para o peso da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio. Observa-se que o maior peso da segunda penca seria obtido na combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio. Quando não foi aplicado o potássio, o nitrogênio teve pouca influência no aumento do peso da penca; todavia, na maior dose de potássio aplicada, o nitrogênio proporcionou um grande aumento no peso da penca.

Tabela 4. Quadrados médios dos fatores envolvidos no experimento, para as variáveis de produção estudadas, referentes à segunda penca do cacho, obtidos a partir da análise de variância e das médias. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		PPe2	NFrPe2	DFrMPe2	CFrMPe2	PFrMPe2
Níveis de N	3	13403,63 <sup>NS</sup>	9,8384**	0,2625 <sup>NS</sup>	0,9753 <sup>NS</sup>	71,8605 <sup>NS</sup>
1º Grau	1	13381,78 <sup>NS</sup>	28,7940**	0,6012 <sup>NS</sup>	2,0850 <sup>NS</sup>	14,5607 <sup>NS</sup>
2º Grau	1	7828,275 <sup>NS</sup>	0,7035 <sup>NS</sup>	0,1234 <sup>NS</sup>	0,5644 <sup>NS</sup>	4,8951 <sup>NS</sup>
3º Grau	1	19000,91 <sup>NS</sup>	0,0175 <sup>NS</sup>	0,0630 <sup>NS</sup>	0,2767 <sup>NS</sup>	196,1265 <sup>NS</sup>
Níveis de K	3	575691,6**	1,7758 <sup>NS</sup>	9,0316**	18,3965**	2008,142**
1º Grau	1	1575875,0**	0,0359 <sup>NS</sup>	24,5142**	50,1574**	5285,636**
2º Grau	1	147953,8**	5,2842*	2,5800*	4,8455**	667,7052**
3º Grau	1	3245,866 <sup>NS</sup>	0,0073 <sup>NS</sup>	0,0030 <sup>NS</sup>	0,1867 <sup>NS</sup>	71,0831 <sup>NS</sup>
NxK	9	62935,39**	1,8808*	0,7541 <sup>NS</sup>	2,1337**	321,3670**
BLOCO	3	62831,32	0,54742	0,7734	1,7224	110,6074
RESÍDUO	45	19152,04	0,7998	0,5241	0,5684	60,0575
C.V.%		14,802	7,016	7,335	5,262	10,638
Fatores Envolvidos		Valores médios				
		(g)	(nº)	(cm)	(cm)	(g)
Níveis de N						
N <sub>0</sub>		934,31	11,96	3,16	14,69	74,55
N <sub>1</sub>		894,30	12,32	3,09	14,23	70,44
N <sub>2</sub>		953,47	12,96	3,08	14,24	74,71
N <sub>3</sub>		957,70	13,74	3,07	14,15	71,70
Níveis de K						
K <sub>0</sub>		679,52	12,42	2,80	12,84	57,90
K <sub>1</sub>		903,30	13,04	3,10	14,28	70,60
K <sub>2</sub>		1062,76	13,03	3,25	14,93	81,56
K <sub>3</sub>		1094,21	12,49	3,30	15,27	81,34

\*\* e \* - Significativos aos níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

PPe2 = Peso da 2ª penca; NFrPe2 = Número de frutos da 2ª penca; DFrMPe2 = Diâmetro do fruto médio da 2ª penca; CFrMPe2 = Comprimento do fruto médio da 2ª penca; PFrMPe2 = Peso do fruto médio da 2ª penca.

$$Y = 713,148 - 0,20974N + 1,57402K - 0,00195062K^2 + 0,00136001NK$$

$$R^2 = 0,77^{**}$$

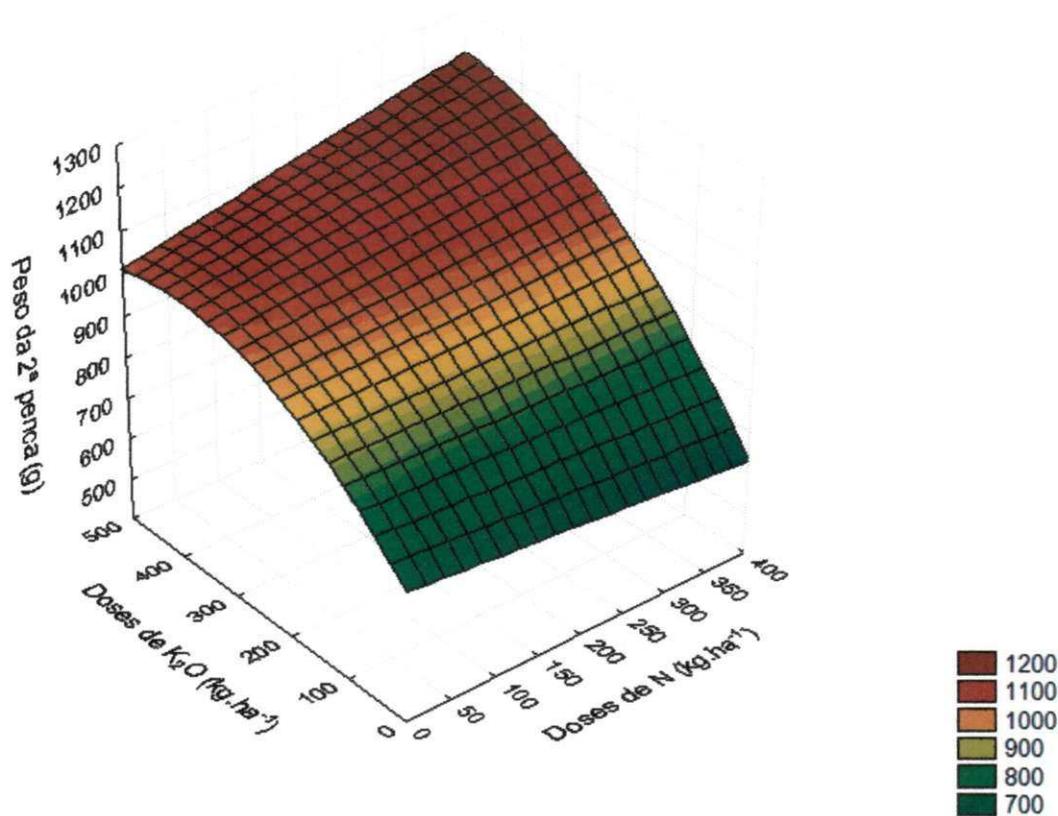


Figura 19. Superfície de resposta para o peso da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na Figura 20, verifica-se a superfície de resposta para o número de frutos da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio. O aumento dos níveis de nitrogênio propiciou aumento no número de frutos da segunda penca, principalmente quando combinado a doses médias de potássio. O maior número de frutos foi obtido na combinação das maiores doses de nitrogênio com doses médias de potássio.

$$Y = 11,5678 + 0,00489402N + 0,00545147K - 0,0000116574K^2 + 0,000000992171NK$$

$$R^2 = 0,66^{**}$$

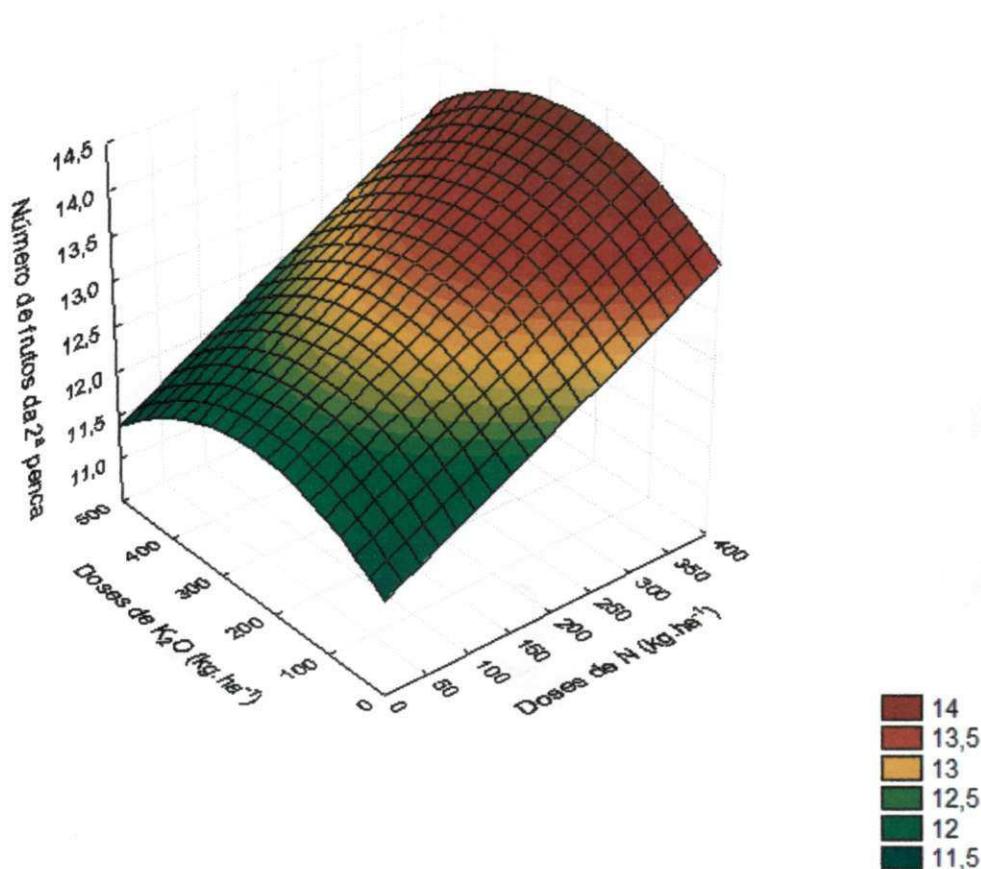


Figura 20. Superfície de resposta para o número de frutos da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

O diâmetro do fruto médio sofreu apenas efeito significativo para os níveis de potássio; portanto, para as doses de nitrogênio e para a interação N x K não se observaram diferenças significativas (Tabela 4).

Com base nos modelos de regressão, nota-se que o diâmetro do fruto médio foi afetado de forma quadrática na presença de doses crescentes de potássio (Figura 21). Analisando a equação de regressão, verificamos que o incremento máximo no diâmetro do fruto estimado foi de 3,31 cm, quando fertirrigado com a dose de 449,84 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

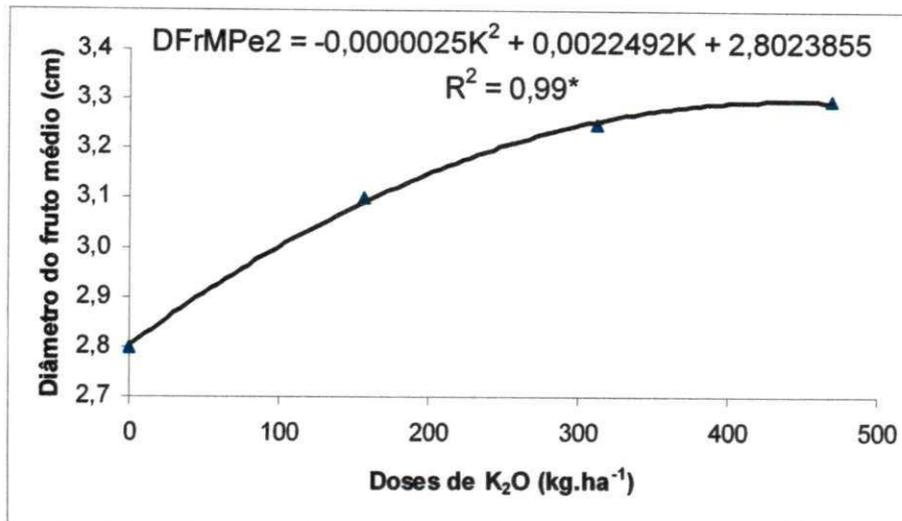


Figura 21. Efeitos dos níveis de potássio (kg.ha<sup>-1</sup>) no diâmetro do fruto médio (cm). São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Na Figura 22 consta a superfície de resposta para o comprimento do fruto médio da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio. Em baixas doses de potássio, o aumento das doses de nitrogênio propiciou uma redução no comprimento do fruto médio. O aumento das doses de potássio teve grande influência no aumento do comprimento do fruto médio. Através do modelo matemático obtido da equação de regressão múltipla, o maior comprimento do fruto médio seria obtido na combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio.

$$Y = 13,461 - 0,00339039N + 0,00880282K - 0,0000111630K^2 + 0,00000853748NK$$

$$R^2 = 0,77^{**}$$

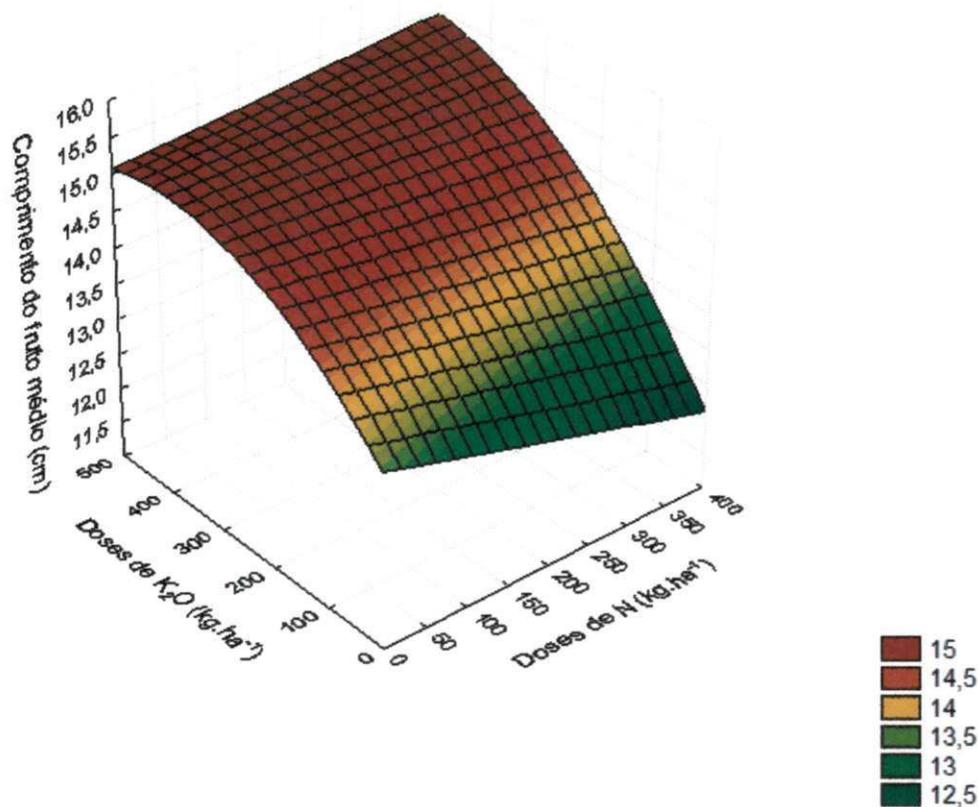


Figura 22. Superfície de resposta para o comprimento do fruto médio da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

A representação gráfica para o efeito entre N e K, sobre o peso do fruto médio da segunda penca, está na superfície de resposta da Figura 23. Em baixas doses de potássio o peso do fruto teve os menores valores, mesmo quando associado a altas doses de nitrogênio. O aumento das doses de potássio teve grande influência no aumento do peso do fruto médio.

$$Y = 59,1498 - 0,00981049N + 0,108899K - 0,00013104K^2 + 0,0000261746NK$$

$$R^2 = 0,77^{**}$$

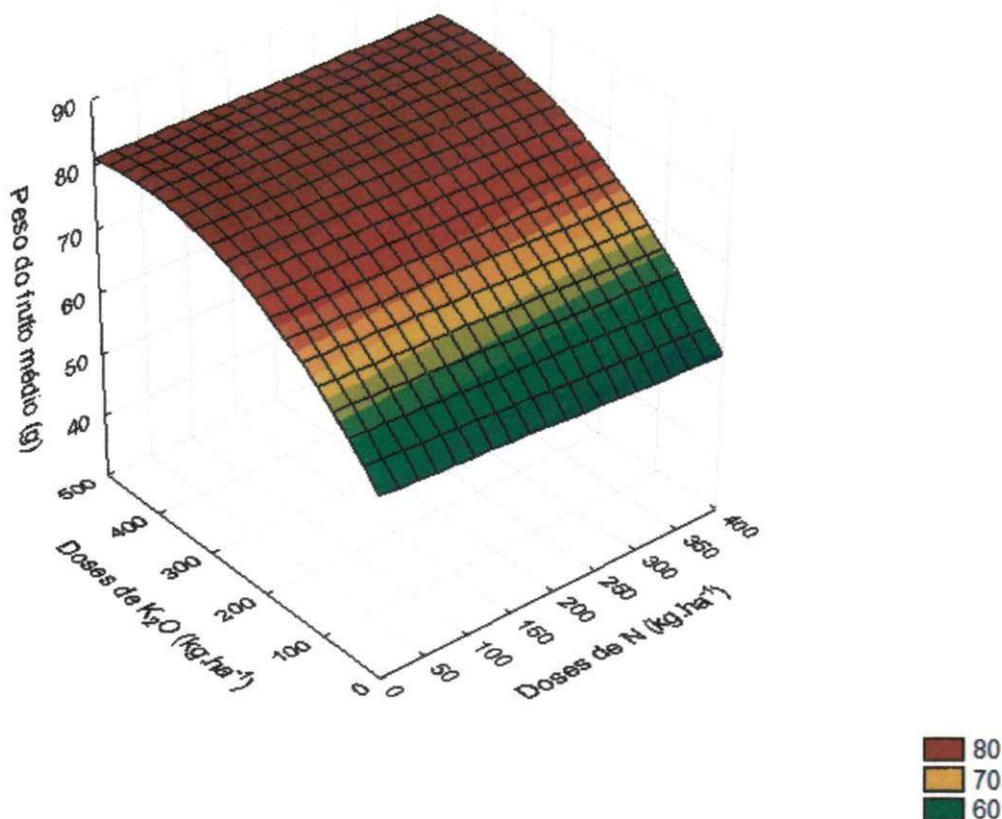


Figura 23. Superfície de resposta para o peso do fruto médio da segunda penca, em função de doses de nitrogênio e potássio. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Maia et al. (2003) avaliaram os efeitos de doses de N, P e K sobre os componentes da produção (peso do cacho, número de pencas por cacho, peso médio da penca, número de frutos por cacho, peso médio do fruto, comprimento do fruto médio e diâmetro do fruto médio) da bananeira c.v. Prata Anã no 1º ciclo, e os resultados obtidos não revelaram efeitos das doses de N para nenhuma dessas variáveis citadas, porém para as doses de potássio, houve efeito na massa média do fruto e o comprimento do fruto médio, com aumentos lineares, propiciando frutos maiores e mais pesados.

Os efeitos dos níveis de K no peso médio de frutos, peso do fruto médio, diâmetro fruto médio e no comprimento do fruto médio são evidências da importância do K na obtenção de frutos de ótima qualidade. Segundo Borges et al (1999), o potássio é um elemento de extrema importância no desenvolvimento e na qualidade dos frutos da bananeira.

#### 4.3 – Correlações das variáveis de crescimento e produção

Na Tabela 5 estão contidos os dados da matriz de correlação linear entre as variáveis de crescimento e as variáveis de produção estudadas. Para as variáveis de crescimento da primeira avaliação (comprimento do pseudocaule e diâmetro do pseudocaule), não ocorreram correlações lineares significativas entre o comprimento do pseudocaule e as variáveis de produção: peso total de pencas, peso médio de pencas, peso médio de frutos, peso do fruto médio da segunda penca, diâmetro do fruto médio da segunda penca e comprimento do fruto médio da segunda penca. Também não ocorreram correlações lineares significativas entre o diâmetro do pseudocaule e as seguintes variáveis de produção: peso médio de pencas, peso médio de frutos, diâmetro do fruto médio da segunda penca e comprimento do fruto médio da segunda penca; algumas das variáveis de produção. No entanto, para a variável número de folhas, analisada nesta mesma ocasião, houve correlação linear entre todas as variáveis de produção.

Para a variável comprimento do pseudocaule houve correlação linear significativa para as variáveis: peso do cacho, número de pencas por cacho, número de frutos por cacho, número de frutos por penca, peso da segunda penca e número de frutos da segunda penca. Para o diâmetro do pseudocaule houve correlação linear significativa para as variáveis: peso do cacho, peso total de pencas, número de pencas por cacho, número de frutos por cacho, número de frutos por penca, peso da segunda penca, peso do fruto médio da segunda penca e número de frutos da segunda penca, não ocorrendo correlação linear significativa para o peso médio de pencas, peso médio de frutos, diâmetro do fruto médio e comprimento do fruto médio. Entretanto, convém salientar que, apesar de ter havido correlação linear significativa entre as variáveis de crescimento da primeira avaliação e algumas variáveis de produção, as correlações são consideradas baixas em virtude de apresentarem os coeficientes de correlação linear abaixo de 0,70. Isto é um indicativo de que as variáveis de produção foram pouco explicadas pelas variáveis de crescimento da primeira avaliação.

Tabela 5. Matriz de correlação entre as variáveis de crescimento estudadas e as variáveis de produção estudadas da bananeira. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Variáveis de Produção	Variáveis de Crescimento					
	Primeira avaliação			Avaliação na colheita		
	CPc	DPc	NFo	PPcCo	CPcCo	NFoCo
PCa	0,2187*	0,3200**	0,5838**	0,7806**	0,7216**	0,6211**
PTPe	0,1873 <sup>NS</sup>	0,2879**	0,5888**	0,7634**	0,7243**	0,6301**
PMPe	0,0798 <sup>NS</sup>	0,1776 <sup>NS</sup>	0,5781**	0,6707**	0,6459**	0,5924**
NPe	0,3173**	0,3900**	0,4665**	0,7087**	0,6849**	0,5137**
NFrCa	0,4586**	0,5247**	0,4326**	0,6838**	0,6227**	0,5593**
NFrPe	0,4832**	0,5288**	0,2630*	0,4504**	0,3726**	0,4358**
PMFr	0,0973 <sup>NS</sup>	0,1802 <sup>NS</sup>	0,5296**	0,6223**	0,6119**	0,5811**
PPe2	0,2374*	0,3421**	0,5394**	0,6781**	0,6575**	0,6287**
PFrMPe2	0,1808 <sup>NS</sup>	0,2335*	0,5669**	0,5850**	0,5868**	0,5907**
DFrMPe2	0,0731 <sup>NS</sup>	0,1460 <sup>NS</sup>	0,3933**	0,5021**	0,4885**	0,4319**
CFrMPe2	0,0440 <sup>NS</sup>	0,1168 <sup>NS</sup>	0,5392**	0,6265**	0,6658**	0,4998**
NFrPe2	0,4777**	0,5180**	0,2445*	0,3130**	0,3125**	0,3229**

\*\* e \* - Significativos aos níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

<sup>NS</sup> – Não Significativo.

CPc = Comprimento do pseudocaule; DPc = Diâmetro do pseudocaule; NFo = Número de folhas; PPcCo = Peso do pseudocaule na colheita; CPcCo = Comprimento do pseudocaule na colheita; NFoCo = Número de folhas na colheita; PCa = Peso do cacho; PTPe = Peso total de pencas; PMPe = Peso médio de pencas; NPe = Número de pencas; NFrCa = Número de frutos por cacho; NFrPe = Número de frutos por penca; PMFr = Peso médio de frutos; PPe2 = Peso da 2ª penca; PFrMPe2 = Peso do fruto médio da 2ª penca; DFrMPe2 = Diâmetro do fruto médio da 2ª penca; CFrMPe2 = Comprimento do fruto médio da 2ª penca; NFrPe2 = Número de frutos da 2ª penca.

No tocante às variáveis de crescimento avaliadas na ocasião da colheita (número de folhas, comprimento do pseudocaule e peso do pseudocaule), as correlações lineares foram significativas com todas as variáveis de produção (Tabela 5). No entanto, as correlações são consideradas baixas haja vista apresentarem grande parte dos coeficientes de correlação linear abaixo de 0,70. Observam-se coeficientes acima de 0,70, na correlação entre as variáveis de crescimento (peso do pseudocaule e comprimento do pseudocaule) e as variáveis de produção (peso do cacho e peso total de pencas). O coeficiente de correlação linear também foi acima de 0,70 para a correlação entre o peso do pseudocaule e o número de pencas. Dessa forma, baseando-se em índice de correlação com coeficiente acima de 0,70, pode-se considerar que as correlações entre as variáveis de produção (peso do cacho e peso total de pencas do cacho) são melhor explicadas quando analisadas com as variáveis de crescimento mensuradas na ocasião da colheita.

Na Tabela 6 estão contidas as correlações entre as variáveis de produção das plantas e as relacionadas à segunda penca do cacho. Para o peso da segunda penca as correlações lineares são significativas para todas as variáveis de produção. No entanto, os coeficientes de correlações lineares foram acima de 0,70 somente para as variáveis: peso do cacho, peso total de pencas, peso médio de frutos e peso médio de pencas.

Tabela 6. Matriz de correlação entre as variáveis de produção e as variáveis de produção da segunda penca, estudadas da bananeira. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Variáveis da Segunda Penca	Variáveis de Produção						
	PCa	PTPe	NPe	NFrCa	PMFr	PMPe	NFrPe
PPe2	0,8698**	0,8853**	0,6438**	0,6704**	0,9239**	0,8659**	0,5060**
NFrPe2	0,2746*	0,3150**	0,4584**	0,6358**	0,0975 <sup>ns</sup>	0,2179*	0,6567**
DFrMPe2	0,6842**	0,6606**	0,4178**	0,4827**	0,8057**	0,6816**	0,4293**
CFrMPe2	0,8045**	0,8249**	0,5649**	0,4947**	0,9055**	0,8280**	0,2630*
PFrMPe2	0,7305**	0,7598**	0,4360**	0,4458**	0,8578**	0,7895**	0,3226**

\*\* e \* - Significativos aos níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

<sup>NS</sup> – Não Significativo.

PCa = Peso do cacho; PTPe = Peso total de pencas; PMPe = Peso médio de pencas; NPe = Número de pencas; NFrCa = Número de frutos por cacho; NFrPe = Número de frutos por penca; PMFr = Peso médio de frutos. ; PPe2 = Peso da 2ª penca; PFrMPe2 = Peso do fruto médio da 2ª penca; DFrMPe2 = Diâmetro do fruto médio da 2ª penca; CFrMPe2 = Comprimento do fruto médio da 2ª penca; NFrPe2 = Número de frutos da 2ª penca.

Existe uma correlação altamente significativa entre o peso médio de frutos e o peso do fruto médio da segunda penca, com coeficiente de correlação linear de 0,86. As correlações também são altamente significativas para o peso médio de frutos e o diâmetro do fruto médio da segunda penca e para o peso médio de frutos e o comprimento do fruto médio da segunda penca, com coeficientes de correlações lineares de 0,80 e 0,90, respectivamente. As correlações significativas entre as variáveis de produção e as variáveis relacionadas à segunda penca, com coeficientes elevados, indicam que a segunda penca foi representativa comparando-se ao cacho da bananeira Prata Anã. Guerra et al. (2004) e Souto et al. (2001) utilizaram-se da segunda penca como sendo representativa para a avaliação de produção em relação ao cacho, medindo o seu peso e analisando parâmetros do fruto (comprimento, diâmetro e peso do fruto médio).

## 4.4 – Efeitos das doses de nitrogênio e potássio nos atributos químicos do solo

Tabela 7. Quadrados médios dos atributos do solo (potássio, nitrogênio e matéria orgânica) para os diferentes tratamentos, obtidos a partir da análise da variância e das médias. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Ks	Ns	M.O.
<b>Profundidade: 0-0,20 m</b>				
Níveis de N	3	0,0076 <sup>NS</sup>	0,00018 <sup>NS</sup>	0,0555 <sup>NS</sup>
Níveis de K	3	0,0345**	0,00035 <sup>NS</sup>	0,2778 <sup>NS</sup>
N x K	9	0,0100*	0,00035 <sup>NS</sup>	0,1111 <sup>NS</sup>
Blocos	2	0,0049	0,00041	0,2708
Coeficiente de Variação (%)		47,24	14,35	17,11
<b>Profundidade: 0,20-0,40 m</b>				
Níveis de N	3	0,0010 <sup>NS</sup>	0,00059 <sup>NS</sup>	0,1389 <sup>NS</sup>
Níveis de K	3	0,0025*	0,00038 <sup>NS</sup>	0,0278 <sup>NS</sup>
N x K	9	0,0025**	0,00025 <sup>NS</sup>	0,0833 <sup>NS</sup>
Blocos	2	0,0005	0,00030	0,1458
Coeficiente de Variação (%)		36,57	12,28	13,78
<b>Médias</b>				
Profundidade: 0-0,20 m		(mmol.kg <sup>-1</sup> )	(dag.kg <sup>-1</sup> )	
Níveis de N				
	N <sub>0</sub>	1,49	0,132	2,250
	N <sub>1</sub>	1,25	0,130	2,167
	N <sub>2</sub>	1,05	0,135	2,167
	N <sub>3</sub>	1,62	0,126	2,083
Níveis de K				
	K <sub>0</sub>	0,71	0,132	2,000
	K <sub>1</sub>	1,25	0,127	2,083
	K <sub>2</sub>	1,45	0,130	2,250
	K <sub>3</sub>	2,00	0,133	2,333
<b>Médias</b>				
Profundidade: 0,20-0,40 m		(mmol.kg <sup>-1</sup> )	(dag.kg <sup>-1</sup> )	
Níveis de N				
	N <sub>0</sub>	0,63	0,110	1,917
	N <sub>1</sub>	0,67	0,118	2,167
	N <sub>2</sub>	0,77	0,112	2,083
	N <sub>3</sub>	0,55	0,102	2,000
Níveis de K				
	K <sub>0</sub>	0,51	0,108	2,000
	K <sub>1</sub>	0,56	0,105	2,083
	K <sub>2</sub>	0,81	0,111	2,083
	K <sub>3</sub>	0,74	0,117	2,000

\*\* e \* - Significativos aos níveis de 0,01 e 0,05 de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

<sup>NS</sup> – Não Significativo.

Ks = potássio no solo; Ns = nitrogênio no solo; M.O. = matéria orgânica do solo.

De acordo com o resumo da análise estatística dos dados de solo, contido na Tabela 7, não houve diferenças significativas nos teores de nitrogênio e matéria orgânica, em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio, nas duas profundidades analisadas. No entanto, o teor de potássio no solo foi altamente influenciado pelos níveis do mesmo nutriente aplicado via fertirrigação. Na profundidade 0-0,20 m, foi significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F, enquanto que na profundidade 0,20 -0,40 m, foi significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F.

$$Y = 1,18347 - 0,00645N + 0,0000144N^2 + 0,001446K + 0,000000085K^2 + 0,00000647NK$$

$$R^2 = 0,60^*$$

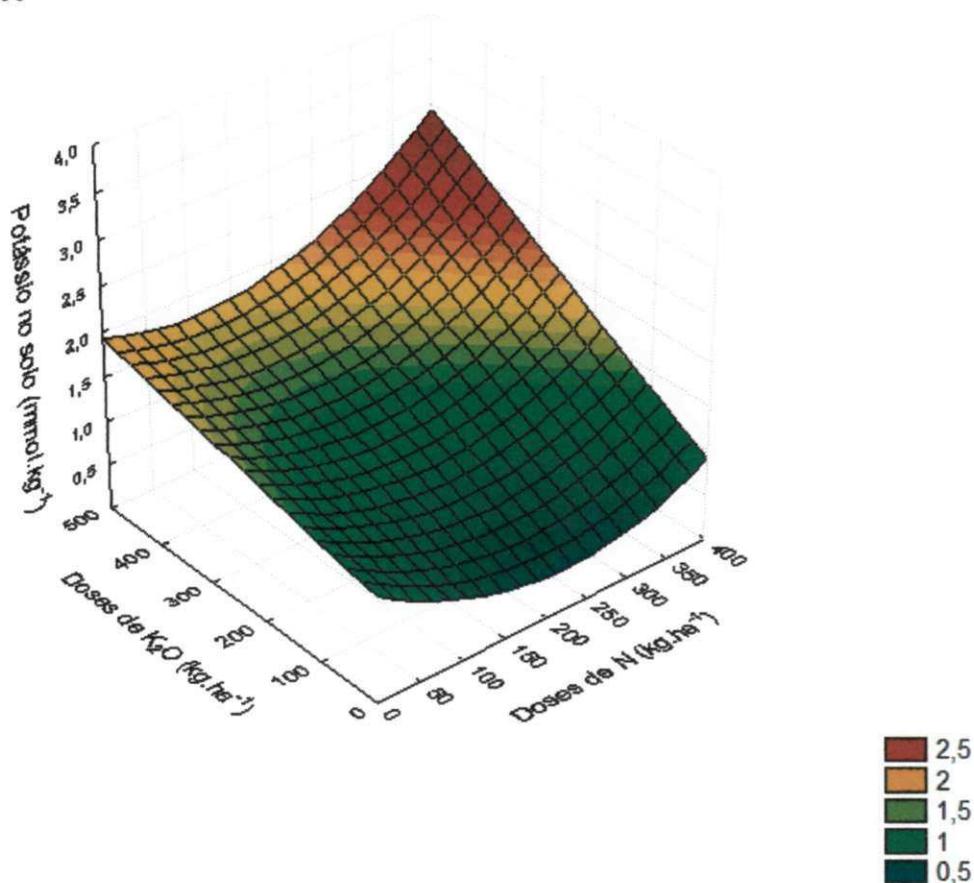


Figura 24. Superfície de resposta da acumulação do potássio no solo, na profundidade 0-0,20 m, em função dos níveis de nitrogênio e potássio. São Cristóvão - SE, 2005-2006.

Houve efeito significativo da interação N x K para o teor de potássio no solo nas duas profundidades analisadas. Na Figura 24, pode-se verificar a acumulação de potássio no solo na profundidade 0-0,20 m, em função das doses aplicadas de nitrogênio

e potássio, na qual fica evidenciado que a aplicação de doses crescentes de potássio contribuiu para uma maior acumulação desse nutriente no solo, principalmente na camada superior do solo.

$$Y = 0,431999 + 0,001532N - 0,0000045N^2 + 0,001209K - 0,0000012K^2 - 0,00000025NK$$

$$R^2 = 0,24^{**}$$

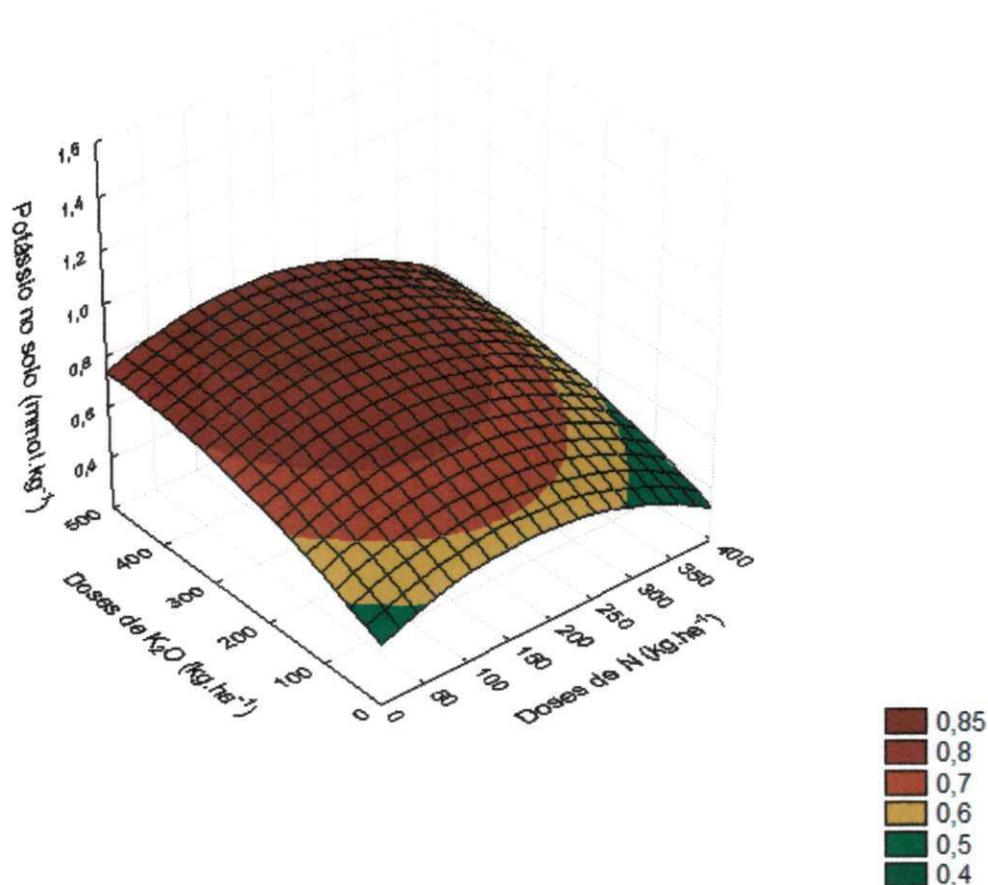


Figura 25. Superfície de resposta da acumulação do potássio no solo, na profundidade 0,20-0,40 m, em função dos níveis de nitrogênio e potássio. São Cristóvão - SE, 2005-2006.

A superfície de resposta da acumulação de potássio no solo, na profundidade 0,20-0,40 m, em função das doses de nitrogênio e potássio aplicadas, está contida na Figura 25. Observa-se que o maior acúmulo de potássio no solo ocorreu na combinação das maiores doses de potássio com doses médias de nitrogênio. Nas maiores doses de potássio combinada com as maiores doses de nitrogênio, o acúmulo de potássio no solo, na profundidade 0,20-0,40 m, foi reduzido, ao contrario do que aconteceu na

profundidade 0-0,20 m, em que a maior acumulação do potássio ocorreu na combinação das maiores doses de nitrogênio e potássio aplicados.

Relacionando-se os níveis de acumulação de potássio no solo com os dados de produtividade (Figura 26), pode-se observar que as maiores produtividades de banana foram obtidas exatamente onde o teor de potássio na camada superior do solo apresentava-se em níveis maiores, o que destaca a influência no teor de potássio no solo na produção de banana. Com base no modelo linear, estima-se em 57,47% o aumento do peso do cacho por incremento unitário de potássio no solo, em  $\text{mmol.kg}^{-1}$ .

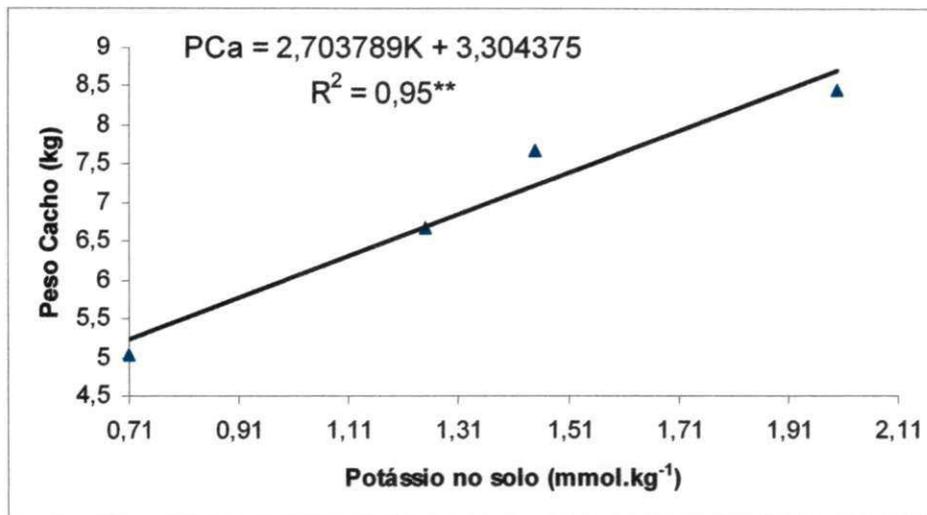


Figura 26. Efeito da acumulação do potássio no solo na produção de banana, na profundidade 0-0,20 m. São Cristóvão - SE, 2005-2006.

A relação entre o efeito dos níveis de potássio no solo, na profundidade 0,20-0,40 m, com o peso do cacho da bananeira Prata Anã pode ser observada na Figura 27. De acordo com o modelo matemático, verifica-se o comportamento quadrático e estima-se a maior produtividade, através do máximo peso do cacho obtido, correspondendo a 8,60 kg, no teor de  $0,71 \text{ mmol.kg}^{-1}$  de potássio no solo.

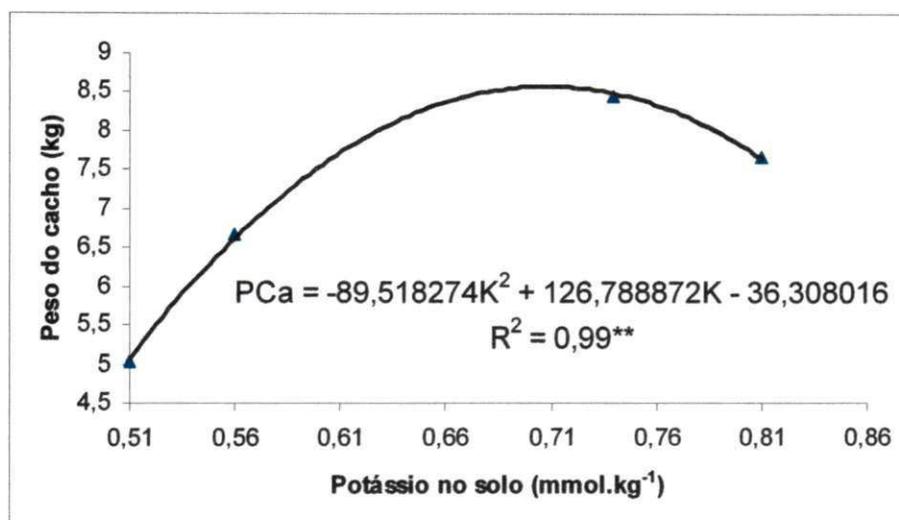


Figura 27. Efeito da acumulação do potássio no solo na produção de banana, na profundidade 0,20-0,40 m. São Cristóvão - SE, 2005-2006.

Não ocorreram diferenças significativas no teor de nitrogênio no solo para as diferentes doses de nitrogênio e potássio (Tabela 7). No entanto, considerando um período maior de tempo, é possível que ocorra um maior acúmulo de nitrogênio no solo nos tratamentos em que as doses de nitrogênio e potássio propiciaram um maior desenvolvimento da bananeira. Devido à grande quantidade de restos vegetais presentes na superfície do solo visualmente superior, onde a bananeira se desenvolveu melhor, possivelmente ao se decompor tenderiam a incorporar N e K no solo.

## 5 – CONCLUSÕES

O comprimento, o diâmetro e o peso do pseudocaule aumentaram em função das doses de nitrogênio e potássio.

O número de folhas da planta aumentou com as doses de potássio, e o efeito do nitrogênio só foi significativo na ocasião da colheita.

O aumento das doses de potássio resultou em aumento linear da produtividade da bananeira.

Maiores índices de produtividade foram obtidos com a combinação das maiores doses de nitrogênio e de potássio.

O número de frutos por cacho e o número de frutos por penca foram favorecidos pelos níveis de nitrogênio.

O aumento das doses de potássio propiciou aumento no diâmetro, no comprimento e no peso do fruto médio da segunda penca.

Verificou-se relação linear positiva entre as variáveis de crescimento (comprimento e peso do pseudocaule), medidas na ocasião da colheita e a produtividade da bananeira.

O teor de nitrogênio no solo não apresentou diferença significativa em função das doses de nitrogênio aplicadas.

O aumento das doses de potássio contribuiu para o aumento no teor de potássio no solo.

As maiores produtividades da bananeira foram obtidas onde os teores de potássio na camada superior do solo foram mais elevados.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALVES, E.J.; OLIVEIRA, M.A.; DANTAS, J.L.L.; OLIVEIRA, S.L. Exigências climáticas. In: ALVES, E.J. A cultura da banana: Aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI/ Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999, p.35-46.
- AZEVEDO, J. A.; ROCHA, C.M.C. Manejo da irrigação do milho para silagem. Brasília, 2001. Recomendação Técnica, 37.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6° ed. Viçosa – MG, UFV, 1995. 488p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 7° ed. Viçosa – MG, UFV, 2005. 611p.
- BORGES, A.L. Interação entre nutrientes em bananeira. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 2004, 2p. (Banana em foco 55).
- BORGES, A.L. Recomendação de adubação para a bananeira. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 2004, 4p. (Comunicado Técnico 106)
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z.J.M., Banana produção: aspectos técnicos. Frutas do Brasil. Embrapa. Brasília, 2000, p.47-59.
- BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.S. da. Solos, nutrição e adubação da bananeira. In: ALVES, E.J., Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI/ Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999, p.197-254.
- BORGES, A.L.; SILVA, S.O. Extração de macronutrientes por cultivares de banana. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.17, n.1, p.57-66.1995.
- BRASIL, E.C.; OEIRAS, A.H.L.; MENEZES, A.J.E.A. de; VELOSO, C.A.C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, p.2407-2414, 2000.
- BRUNINI, O. Exigências climáticas e aptidão agroclimática de bananicultura. In: Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura, 1984, Jaboticabal: SP. Anais. Jaboticabal: FCAVJ, 1984. p.99-117.
- COELHO, E. F.; OR, D.; SOUZA, V.F. Avaliação de parâmetros hidráulicos para modelos de distribuição de água no solo sob gotejamento. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.4, p.651-657, 1999.
- DANTAS, J.L.L.; SOARES FILHO, W. dos S. Classificação botânica, origem e evolução. In: Banana para exportação: Aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. p.9-13. (FRUPEX, Série Publicações Técnicas, 18).

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Trad. NUNES, M.E.T. Londrina, 2006. 387p.

FERREIRA, D.F. Sistema SISVAR para análises estatísticas. Lavras: UFLA, 1999.

FERREIRA, R. de P. Produção e qualidade da banana Mysore (*Musa AAB*) em resposta a combinação entre doses de potássio e de uma mistura de calcário dolomítico e gesso. Viçosa, MG: UFV, 1995, 68 p. (Dissertação de Mestrado).

GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds, cultivar nanicão). Ciência e Cultura, São Paulo, v.24, n.1, p.70-79, 1972.

GOMES, H.P. Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. João Pessoa – PB. UFPB, 1994.

GOMES, J. A. Absorção de nutrientes pela bananeira cv. Prata (*Musa AAB*, subgrupo prata) em diferentes estádios de desenvolvimento. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 1988, 98 p. (Dissertação de Mestrado).

GUERRA, A.G.; ZANINI, J.R.; NATALE, W.; PAVANI, L.C. Frequência da fertirrigação da bananeira prata-anã com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.24, p.80-88. 2004.

HERNANDEZ, A. J. M.; RODRIGO LÓPEZ, J.; PÉREZ REGALADO, A. Fertilizadores tipo Venturi. Madrid. In: Curso Internacional de Riego Localizado. 1987, p. 67-68.

ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimento. Banana: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Revisada e ampliada. Campinas, SP. 1995, p.29-37.

LAHAV, E.; TURNER, D. Banana nutricion. Bern: Switzerland Potash Institute, 1983. 62p. (IPI-Bulletin).

LINCOLN, T; ZEIGER, E. Nutrição mineral. In: LINCOLN, T. Fisiologia Vegetal. Trad. SANTARÉM, E.R. Porto Alegre, 2004. p. 95-105.

LIMA, C.A.S.; MEIRELES, M.L. Irrigação da bananeira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 133, p. 61-64, 1986.

LÓPEZ, M.A. Fertilización del cultivo de banano con diferentes doses de nitrógeno, fósforo y potasio. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 10. 1991, Tabasco, México. Memórias... San José, Costa Rica:CORBANA, 1994, p.65-79.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba – SP, 1989. p. 201.

- MARINATO, R. Irrigação da bananeira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.6, n.63, p.42-45, 1980.
- MARTIN-PRÉVEL, P.; MONTAGUT, G. Essais sol-plante sur bananeirs; fonctions des divers organs dans l'assimilation de P, K, Ca, Mg. Fruits, Paris, v.21, n.8, p.395-416, 1966.
- MEDEIROS, S.S.; SOARES, A.A.; RAMOS, M. M.; MONTOVANI, E.C.; SOUZA, J.A.A. Avaliação do manejo da irrigação no perímetro irrigado de Pirapora, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.27, n1, p.80-84, 2003.
- MOREIRA, R.S. Banana: teoria e prática de cultivo. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- OLIVEIRA, S.L. Irrigação. In: ALVES, E.J. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI/ Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1999, p.317-332.
- OLIVEIRA, S.L.; COELHO, E.F.; BORGES, A.L. Irrigação e fertirrigação. In: CORDEIRO, Z.J.M., Banana produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa, 2000, p.60-72. (Frutas do Brasil; 1)
- PINTO, J. M. Aspectos técnicos da fertirrigação. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 1999. Apostila do V Curso de Hortaliças Irrigadas no Nordeste Brasileiro, 1999, Petrolina, PE.
- RODRIGUES, M.G.V.; SOUTO, R.F.; MENEGUCCI, J.L.P. Efeito da poda da última penca do cacho da bananeira Prata Anã (AAB) irrigada na produção de frutos do norte de Minas Gerais. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v.24, n.1, p.108-110, 2002.
- SANTOS, J.G.R. Desenvolvimento e produção da bananeira nanica sob diferentes níveis de salinidade e lâminas de água. Campina Grande, PB: UFCG, 1997, 173p. (Tese de Doutorado).
- 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, 1999.
- SILVA, S.O.; ALVES, E.J.; SHEPHERAL, K.; DANTAS, J.L.L.; Cultivares. In: ALVES, E.J. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. rev. Brasília: Embrapa-SPI/ Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1999, p.85-104.
- SILVA, T.O.; BORGES, A.L.; CALDAS, R.C.; ALMEIDA, I.E. de. Adubação nitrogenada para a bananeira Terra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16. 2000 Fortaleza-CE. Anais, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/SBF, 2000. p.79.

SILVA, T.O.; BORGES, A.L.; CARVALHO, J.G.; DAMASCENO, J.E.A. 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. 152-155, 2003.

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

SOUZA, L.S.; NETO, R.D.V. Cultivo da banana para o ecossistema dos tabuleiros costeiros. 2003. Embrapa Mandioca e Fruticultura – Sistemas de produção. Disponível em: [sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br). Acesso: 10 de janeiro de 2006.

SOUSA, V.F.de; VELOSO, M.E.C.; VASCONCELOS, L.F.L.; RIBEIRO, V.Q.; SOUZA, V.A.B.de; ALBURQUERQUE JÚNIOR, B.S. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira Grand Naine. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.9, p.865-869, 2004.

SOUTO, R.F.; RODRIGUES, M.G.V.; MENEGUCCI, J.L.P. Efeito da retirada da inflorescência masculina na precocidade da colheita e produção da bananeira Prata Anã sob irrigação na região norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP, v.23, n.2, p. 257-260, 2001.

STAT SOFT. STATISTICA – Data analysis software system. Version 6.0. 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – Sistemas de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, 1997.

VIVANCOS, D. A. Fertirrigation. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 217.

APÊNDICE

Quadro 1. Dados pluviométricos (mm) do ano de 2005, da Estação Experimental Campus Rural. São Cristóvão – SE, 2005-2006.

Dias	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,0	0,0	0,0	15,4	0,0	14,2	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	5,0	0,0	0,0	6,5	0,3	0,0	23,1	2,3	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	22,5	33,0	0,5	9,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	21,0	41,4	0,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	11,1	11,6	13,7	37,7	11,4	2,6	0,0	0,0	10,3
6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	6,3	66,5	0,0	2,9	0,3	0,0	12,7
7	1,3	0,0	0,0	0,0	3,0	15,5	24,4	63,9	0,0	0,0	1,7	0,0
8	0,0	14,3	0,0	1,0	29,2	4,3	18,9	1,9	0,0	1,9	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	14,8	10,0	4,2	42,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	22,9	8,8	1,0	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,5	21,9	1,6	14,5	33,1	0,0	4,6	6,3	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	16,6	8,8	16,3	3,6	1,9	2,0	4,4	0,0	0,0
13	48,8	0,0	0,0	26,9	8,5	3,0	7,3	0,0	7,9	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	52,2	4,6	5,2	19,2	3,2	0,2	6,6	0,0	0,0
15	0,0	4,6	0,0	6,0	0,0	65,0	10,3	17,1	2,4	0,7	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	19,2	7,0	10,0	5,4	1,2	5,8	1,5	0,0	0,0
17	0,0	0,0	7,0	15,0	7,3	0,0	5,1	7,3	0,9	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	6,5	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	27,9	0,0	12,1	3,1	11,5	0,6	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	22,7	0,0	0,0	2,3	7,8	0,6	1,8	0,0	0,8
21	0,0	0,0	0,0	4,2	0,2	0,0	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	4,2	0,2	0,0	3,2	8,3	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	3,7	3,6	0,0	5,4	6,1	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	4,7	0,4	0,0	9,3	19,3	2,1	0,0	0,0	0,0	0,5
25	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	3,8	20,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	17,8	0,0	0,0	0,0	5,2	0,7	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	2,4
29	0,0		10,0	0,0	1,0	8,8	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0
30	0,0		0,0	9,6	4,3	5,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0		15,0		21,0		0,0	0,0		0,0		0,0
Total	67,9	23,9	48,6	335,1	220,3	237,3	367,7	204,0	41,2	23,5	1,7	36,7
Total Anual	1.607,9											